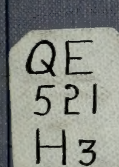


Vulkanische Gewalten

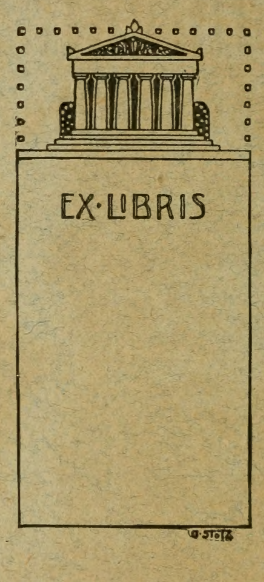
von

H. Haas





Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig


EX·LIBRIS
G·STOLZ

Wissenschaft und Bildung

Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens
Herausgegeben von Privatdozent Dr. Paul Herre

Im Umfange von 130—180 Seiten
Geh 1 M. Originalleinenbd. 1.25 M.

Die Sammlung bringt aus der Feder unserer berufensten Gelehrten in anregender Darstellung und systematischer Vollständigkeit die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung aus allen Wissensgebieten.

Sie will den Leser schnell und mühelos, ohne Fachkenntnisse vorauszusetzen, in das Verständnis aktueller wissenschaftlicher Fragen einführen, ihn in ständiger Fühlung mit den Fortschritten der Wissenschaft halten und ihm so ermöglichen, seinen Bildungskreis zu erweitern, vorhandene Kenntnisse zu vertiefen, sowie neue Anregungen für die berufliche Tätigkeit zu gewinnen. Die Sammlung „Wissenschaft und Bildung" will nicht nur dem Laien eine belehrende und unterhaltende Lektüre, dem Fachmann eine bequeme Zusammenfassung, sondern auch dem Gelehrten ein geeignetes Orientierungsmittel sein, der gern zu einer gemeinverständlichen Darstellung greift, um sich in Kürze über ein seiner Forschung ferner liegendes Gebiet zu unterrichten. Ein planmäßiger Ausbau der Sammlung wird durch den Herausgeber gewährleistet. Abbildungen werden den in sich abgeschlossenen und einzeln käuflichen Bändchen nach Bedarf in sorgfältiger Auswahl beigegeben.



Über die bisher erschienenen Bändchen vergleiche den Anhang

Wissenschaft und Bildung
Einzeldarstellungen aus allen Gebieten des Wissens
Herausgegeben von Privatdozent Dr. Paul Herre
38

Die vulkanischen Gewalten
der Erde und ihre Erscheinungen

Von

Dr. phil. Hippolyt Haas
o. ö. Honorar-Prof. der Geologie u. d. Paläontologie
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Mit 42 Abbildungen im Text.



1909
Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig

Buchdruckerei Julius Klinkhardt, Leipzig.

Vorwort.

So wie meinem vor 5 Jahren erschienenen Buche „Der Vulkan" liegt auch den hier folgenden Darstellungen eine Reihe von Vorlesungen zu Grunde, die ich in allgemein verständlicher Weise im Wintersemester 1906/07 an der Kieler Universität vor einem größeren Zuhörerkreise halten konnte. Es ist mein Bestreben gewesen, meine Leser Schritt für Schritt und ohne andere Voraussetzung als nur diejenige allgemeinerer naturwissenschaftlicher Kenntnisse, wie sie heutzutage das geistige Eigentum eines jeden auf den Besitz von Bildung Anspruch machenden Menschen sein müssen, in die wichtigsten und neuesten Anschauungen über den Vulkanismus im engeren wie im weiteren Sinne einzuführen. In Anbetracht des Umstandes, daß die zu jenem gehörigen Erscheinungen sich außerhalb der geologischen Zunft stets eines viel größeren Interesses erfreuen und auch breiteren Schichten der Gebildeten wesentlich leichter verständlich gemacht werden können, als die in den Bereich des Vulkanismus im weiteren Sinne fallenden Dinge, wird man's begreiflich finden, wenn die Feuerberge selbst und ihre Tätigkeit etwas ausführlicher behandelt worden sind. So habe ich mich bei der Besprechung der gebirgsbildenden Vorgänge lediglich nur auf die Erwähnung der Grundzüge dieser in der Gegenwart so sehr im Vordergrund stehenden Frage beschränkt und von allen Einzelheiten absehen zu müssen geglaubt. Allein schon darum, weil diese Lehre noch allzusehr in Gährung begriffen und meiner Meinung nach noch lange nicht schulreif genug ist,

um eine allgemein verständliche Darstellung vertragen zu können, wenn auch derartige Versuche in jüngster Zeit mit großem Geschick gemacht worden sind.

In meinen Ausführungen habe ich kritische Bemerkungen tunlichst vermieden, und ich bin bemüht gewesen, bestmögliche Objektivität zu bewahren. Nur auf solche Weise schien mir der Wunsch, meinen Lesern ein recht vollständiges Bild von der Sachlage, von den Tatsachen sowohl, als auch von den zu ihrer Erklärung aufgestellten Theorien, vorzuführen, einigermaßen verwirklicht werden zu können. Meinen Herren Verlegern, die mich in die Lage gesetzt haben, meine Worte durch eine Anzahl guter Abbildungen verständlicher zu machen, bin ich für dieses Entgegenkommen zu besonderem Danke verpflichtet.

Kiel, am 12. September 1908.

Hippolyt Haas.

Inhaltsverzeichnis.

Zur Literatur über die vulkanischen Erscheinungen auf der Erde.

Aus der ungemein großen und umfangreichen Literatur über diesen Gegenstand sind im Nachfolgenden 35 verschiedene Abhandlungen und Bücher aufgeführt worden, besonders solche aus neuerer und neuester Zeit, welche denjenigen Lesern, die sich in eingehenderer Weise, als das in dem vorliegenden Buche geschehen konnte, über dies und das zu orientieren wünschen, empfohlen werden.

Auf den ersten Abschnitt haben besonders Bezug die Nummern: 1, 2, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 21, 26 und 35.
Auf den zweiten dieselben und dazu 9 und 13.
Auf den dritten die Nummern: 1, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 15, 16, 35.
Auf den vierten die Nummern: 1, 4, 8, 32.
Auf den fünften die Nummern: 4, 10, 12, 16, 25, 29, 30, 31.
Auf den sechsten die Nummern: 15, 19, 22, 23, 25, 33, 34.
Auf den siebenten die Nummern: 2, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 20, 24, 25.

---

1. Bergeat, A. Die äolischen Inseln. Bayr. Akad. d. Wissenschaft, II, Kl. 20, 1. München 1899.
2. Branca, W. Schwabens 125 Vulkanembryonen und deren tufferfüllte Ausbruchsröhren. Jahreshefte f. vaterl. Naturkunde in Württemberg. 50 u. 51. Stuttgart 1894 und 1895.
3. Branca, W. Wirkungen und Ursachen der Erdbeben. Rektoratsrede am 27. Januar 1902. Berlin 1902.
4. Brun, A. Le Volcanisme. Le Globe, tome 46. Genève 1907.
5. Bücking, H. Über die vulkanischen Durchbrüche in der Rhön und am Rande des Vogelsberges. Gerland, Beiträge zur Geophysik, VI., 2. Leipzig 1903.
6. Dana, James D. Characteristics of Volcanoes, with contributions of facts and principles from the Hawaiian Islands. London 1890.
7. Falb, R. Grundzüge einer Theorie der Erdbeben und Vulkanausbrüche. Graz 1880.
8. Fuchs. C. W. C. Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. Leipzig und Heidelberg 1865.
9. Gagel, Curt. Die Caldera von La Palma. Zeitschrift der Gesellsch. für Erdkunde in Berlin. Berlin 1908.
10. Haas, H. Der Vulkan. Die Natur und das Wesen der Feuerberge im Lichte der neueren Anschauungen. Berlin 1904.
11. Hoernes, R. Erdbebenkunde. Die Erscheinungen und Ursachen der Erdbeben, die Methoden ihrer Beobachtung. Leipzig 1893.
12. Judd, John W. Volcanoes, what they are and what they teach. 4 th. edt. London 1888.
13. Lacroix, A. La Montagne Pelée et ses éruptions. Paris 1904.
14. Lersch, B. M. Über die Ursachen d. Erdbeben. Köln u. Leipzig 1879.

15. Löwl, F. Geologie. Leipzig und Wien 1906.
16. Mercalli, G. I Vulcani Attivi della Terra. Milano 1907.
17. Montessus de Ballore, F. Les Tremblements de Terre. Géographie séismologique. Paris 1906.
18. Montessus de Ballore, F. La Science Séismologique. Les tremblements de terre. Paris 1907.
19. Petersen, J. Der Zustand des Erdinnern. Virchow und Holtzendorff, Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftl. Verträge, Neue Folge, 5. Serie, Heft 118. Hamburg 1891.
20. Rothpletz, A. Über die Möglichkeit, den Gegensatz zwischen der Kontraktions- und Expansionstheorie aufzuheben. Bayr. Akad. d. Wissensch., math.-phys. Klasse, Sitzungsber. 32, 3, München 1902.
21. Sapper, K. In den Vulkangebieten Mittelamerikas und Westindiens. Stuttgart 1905.
22. Schardt, H. Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges. Verhandl. d Schweiz.-Naturf. Gesellsch. in St. Gallen 1906. St. Gallen 1906.
23. Schmidt, E. Bild und Bau der Schweizeralpen. Jahrbuch S. A. C. Jahrg. 42, 1906 07. Basel 1907.
24. Schneider, J. Vulkanologische Studien aus Island, Böhmen, Italien. Sitzungsber. d. deutschen naturw.-med. Vereins für Böhmen „Lotos", 1906.
25. Schneider, K. Zur Geschichte und Theorie des Vulkanismus. Prag 1908.
26. Scrope, Poulett, G. Über Vulkane. Zweite vermehrte u. verbesserte Auflage. Übersetzt von G. A. von Klöden. Berlin 1872.
27. Sieberg, A. Handbuch der Erdbebenkunde. Braunschweig 1904.
28. Steinmann, G. Geologische Probleme des Alpengebirges. Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Bd. 37, 1906. Innsbruck 1906.
29. Stübel, A. Die Vulkanberge von Ecuador. Berlin 1897.
30. Stübel, A. Ein Wort über den Sitz der vulkanischen Kräfte in der Gegenwart. Leipzig 1901.
31. Stübel, A. Über die genetische Verschiedenheit vulkanischer Berge. Leipzig 1903.
32. Süß, E. Über heiße Quellen. Verhandlungen d. Gesellsch. deutscher Naturforscher u. Ärzte 1902, Allgemeiner Teil. Leipzig 1902.
33. Thiene, Hermann. Temperatur und Zustand des Erdinneren. Eine Zusammenstellung und kritische Beleuchtung aller Hypothesen. Jena 1907.
34. Toula, Fr. Verschiedene Ansichten über das Innere der Erde. Allgemeine bergmännische Zeitschr., 1899, Nr. 1. Wien 1899.
35. Vélain, M. Ch. Les Volcans, ce qu'ils sont et ce qu'ils nous apprennent. Paris 1884.

Erster Abschnitt.

Einleitung. Empedokles von Akragas. Der Vulkanismus im engeren und im weiteren Sinne. Wissen und Vermutung in vulkanischen Dingen. Das Wesen des Vulkanismus. Was ist ein Vulkan? Maare und Embryonalvulkane. Explosionskrater. Loses Auswurfsmaterial des Vulkans. Aschen- und Schlackenkegel. Puys-, Schicht- oder Stratovulkane. Die Höhe der Vulkane. Massenvulkane. Etwas von den Vulkanen der Hawaii-Inseln. Der Dyngjurtypus und der Spaltentypus. Einiges über die Größenverhältnisse der vulkanischen Krater. Die verschiedene Gestaltung des Vesuvkraters im Laufe der Zeiten. Tätige und erloschene Vulkane. Skizze der Geschichte des Vesuv. Der Solfatarenzustand. Die Solfatara von Pozzuoli. Die Solfatara von Vulcano und andere. Mofettentätigkeit. Vulkanruinen.

An der Südwestküste der schönen Insel Sizilien blickt von einem hohen Hügel die Stadt Girgenti weit hinaus über Land und Meer. In der Gegenwart ist sie lediglich nur noch eine ziemlich untergeordnete Handelsstadt, deren Bewohner sich größtenteils von der Gewinnung und von der Ausfuhr des Schwefels ernähren, der ringsumher im Lande gegraben wird. Girgenti ist kein wohlhabendes Gemeinwesen, und das große Elend, das auf dem Schwefelgebiete Siziliens lastet, macht sich auch bei den 25 000 Seelen seiner Bevölkerung recht geltend. Noch im Mittelalter war es in dieser Beziehung sehr viel besser bestellt um Girgenti, das damals den Ruf genoß, der pfründenreichste Bischofssitz der Insel zu sein. Aber das war Alles noch gar nichts gegen den Überfluß, in welchem das Girgenti des Altertums, das Akragas Großgriechenlands geschwelgt hat, dessen größte Blütezeit in die zweite Hälfte des 5. Jahrhunderts vor Christus gefallen ist. Die in jenen Tagen von etwa 800 000 Menschen bewohnte Stadt war von einem Kranze von Weingärten und Ölbäumen umzogen, und mit deren Erzeugnissen trieb Akragas lebhaften Handel mit den Städten des nordafrikanischen Festlandes. Elfenbein und Gold brachten seine

zahlreichen Schiffe zurück, im Austausch gegen die heimischen Waren. Die so gesammelten Reichtümer wurden von den Bürgern nicht zwecklos verschleudert. Mit allerhand herrlichen Bauwerken schmückten sie ihre Stadt, und heutzutage noch, nach beinahe 2500 Jahren gibt uns ihr großartiges Ruinenfeld noch eine schwache Ahnung von der Pracht und dem Luxus, die in jenen entschwundenen Tagen über Akragas ausgegossen gewesen sind.

Eng verknüpft mit der Geschichte der Stadt zur Zeit ihres höchsten Aufschwungs ist der Name ihres größten Staatsmannes, der zugleich auch ein großer Arzt und ein noch größerer Philosoph gewesen ist. Empedokles hieß dieser seltene Mann, der sich selbst magischer Kräfte rühmte, und der von seinen Mitbürgern geradezu vergöttert worden sein soll. Seine mächtige Stellung, sein hohes Ansehen, sein bedeutender Ruf als Wohltäter der Menschheit konnten den großen Gelehrten nicht befriedigen; nach Höherem stand ihm der Sinn. Das Wesen der Naturkräfte wollte er verstehen lernen, den Sitz des unnahbar heiligen Feuers gedachte er zu erschauen, das in den Abgründen des gewaltigen Vulkans seiner Heimatinsel, das in den Tiefen des Ätna brannte, zu dem Sitze des Hephaistos, der in den Eingeweiden des Berges seine Esse aufgerichtet hatte, hinabzusteigen, das war sein Ehrgeiz. Und dies hat sich erfüllt. Empedokles ist in den Krater des Ätna eingedrungen, aber über das, was seine Augen darin gesehen haben, konnte er nicht mehr berichten, denn der Feuerschlund hat ihn nicht wieder freigegeben. So erzählt uns die Sage. An Neidern hat es dem Weisen von Akragas so wenig gefehlt, wie den übrigen Menschen. Und so ist auch seinem Todesgange eine ganz andere Absicht unterstellt worden, als nur der Wunsch, in die Geheimnisse des sizilianischen Feuerberges einzudringen. Den Nimbus eines Halbgottes, der ihn im Leben umgab, wollte er, so behaupten seine Widersacher, auch bei der Nachwelt nicht durch einen rein menschlichen Tod verlieren; um bei seinen Mitmenschen den Glauben zu erwecken, er sei zu den Göttern entrückt worden, warf er sich in den gähnenden Abgrund. Die Zahl derer, die nach ihm versucht haben, das Rätsel des unterirdischen Feuers zu lösen, ist eine gewaltige, aber von keinem Anderen in dieser großen Schar geben uns Sage und Geschichte Kunde von einem ähnlichen Versuche, zu dem Behälter

des kochenden Glutbreies hinabzusteigen, wohl aber dürfte von so Manchem derselben das Wort des Dichters Geltung haben:

„Man sagt, wenn's dem Denker zu wohl ist",
„So wagt er sich kecklich aufs Eis."

Sei sie nun Wahrheit oder nur Fabel, die Überlieferung von dieser letzten Tat des großen Philosophen birgt jedenfalls einen tieferen Sinn in sich, die Mahnung, daß dem menschlichen Forscher gewisse Grenzen gesetzt sind, über die er nicht hinausgehen kann, eine Lehre, die ein noch Größerer als Empedokles der Agrigentiner einmal in die Worte gekleidet hat: „Denn unser Wissen ist Stückwerk." Bereits die Denker des Altertums haben sich über das Wesen und über die Ursachen der vulkanischen Erscheinungen allerhand Vorstellungen gemacht. Diese beruhten meist auf der Voraussetzung, daß die eigentlichen vulkanischen Ausbrüche, die Phänomene des Vulkanismus im engeren Sinne, in der Auffassung der Geologie unserer Tage, in erster Linie nur Begleiterscheinungen der Erdbeben seien, welche die geologische Wissenschaft der Gegenwart mitsamt den Vorgängen der Gebirgsbildung als vulkanische Phänomene im weiteren Sinne diesen ersteren gegenüberstellt. Das war in dem Umstand begründet, daß den Kulturvölkern jener Zeiten lediglich nur zwei Gegenden bekannt waren, welche zeitweise von den vulkanischen Kraftäußerungen im engeren Sinne betroffen werden, nämlich gewisse Inseln an der Ostküste von Griechenland (Cycladen) und das Vulkangebiet Süditaliens (Umgebung von Neapel, Liparische Inseln, Ätna), beides Gebiete, in welchen diese Erscheinungen bekanntlich heute noch entfessellt sind. Aber diese traten, wie ein gründlicher Kenner der Anschauungen des Altertums über Vulkane und Erdbeben, Siegfried Sudhaus hervorgehoben hat, gegen die beständige Geißel Griechenlands und Kleinasiens, gegen die Erdbeben gänzlich in den Hintergrund.

Es ist nun interessant, festzustellen, daß die in der geologischen Wissenschaft der Gegenwart herrschenden Ansichten über die vulkanischen Dinge in ihren Grundzügen mit denjenigen gewisser Philosophen des Altertums und zwar gerade einer Anzahl in dieser Hinsicht maßgebender Männer so ziemlich übereinstimmen, mit anderen Worten, daß wir in dieser Beziehung seit 2000 Jahren nicht viel weiter gekommen sind, wie Aristoteles, Strabo u. a. Wir müssen uns eben zu dem harten Geständnis ver-

stehen, daß, wie Bergeat in Klaustal vor wenigen Jahren treffend gesagt hat, auf keinem Felde der Geologie bisher so geringe Fortschritte gemacht worden sind, als in der Erkenntnis dessen, was weiter als zwei Kilometer unter unseren Füßen liegt. Gewisses darüber wissen wir ebensowenig, als dem Lehrer Alexanders des Großen, oder Posidonius, dem berühmten Stoiker aus Apamea, oder auch dem bekannten Geographen des alten Hellas davon bekannt gewesen ist, und ich glaube auch nicht, daß es dem menschlichen Forschungstriebe jemals gelingen wird, hierin die volle Wahrheit zu erfahren.

Gerade im Hinblick auf die Erkenntnis der vulkanischen Dinge ziemt dem Geologen besondere Bescheidenheit. Wenn sich seit Aristoteles unsere Beobachtungen auch vertausendfacht haben, und wenn sich das wissenschaftliche Material über die aus der Tiefe unserer Erde stammenden Kraftäußerungen auch zu einem Himalaya aufgetürmt hat, im Gegensatz zu dem winzigen Hügel, den es im Altertum darstellte, bezüglich der Grundursachen aller dieser Erscheinungen sind wir um kein Haar besser daran, als die Alten, und genau so wie diese sind wir auf die Vermutung, auf die Hypothese angewiesen, auf Glauben, statt auf bestimmtes Wissen.

Nun kann es hier nicht unsere Aufgabe sein, die große Zahl dieser Vermutungen und Hypothesen, welche der menschliche Geist seit dritthalb Jahrtausenden gezeitigt hat, kennen zu lernen; wir werden uns damit begnügen müssen, die Bekanntschaft auch nur der hervorragendsten Theorien über den Vulkanismus zu machen, derjenigen, welche dem gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnis und unseres Wissens am besten entsprechen, und denen darum von anderen ein größeres Maß von Wahrscheinlichkeit dafür, „daß es so sein könnte“ zukommt, nicht aber, „daß es so ist!“ Bevor wir nun näher an diese Frage herantreten, empfiehlt es sich, zuerst Klarheit darüber zu erhalten, was man denn eigentlich unter Vulkanismus zu verstehen hat, und auf welche Art und Weise seine Kraftäußerungen in die Erscheinung treten.

Wir haben bereits weiter oben schon erfahren, daß man einen Vulkanismus im engeren Sinne von einem solchen im weiteren Sinne zu unterscheiden hat. Der erstere umfaßt die eigentlichen Vulkane, ihr Werden und Vergehen, ihren Bau,

überhaupt ihr ganzes Sein und Wesen, zu dem letzteren gehören dagegen alle übrigen Erscheinungen, die durch das Vorhandensein glutflüssiger Materie im Erdinneren an der Oberfläche unseres Planeten hervorgerufen werden, resp. hervorgerufen wurden, so die Erdbeben, die Entstehung der Gebirge (Gebirgsbildung) und die heißen Quellen, soweit diese letzteren nicht auf Rechnung der vulkanischen Phänomene im engeren Sinne zu setzen sind. Glutflüssiges Material im Erdinneren ist also die Voraussetzung, und man wird den Vulkanismus am besten mit Fr. Ratzel bezeichnen als „die Reaktion eines flüssigen Erdinneren gegen die Erdoberfläche." Über die Beschaffenheit dieses glutflüssigen Erdinneren wissen wir nichts bestimmtes; umsomehr Hypothesen sind darüber aufgestellt worden, von denen wir einzelne später noch zu behandeln haben werden. Daß unter der Erdoberfläche jedoch, sei es in größerer oder in geringerer Tiefe, sei es in einer zusammenhängenden Zone des Erdinneren, sei es nur in einzelnen getrennten Behältern, glutflüssiges Material, ein glutflüssiger Gesteinsbrei, das **Magma** vorhanden ist, das beweist uns der Umstand, daß eben dieses Magma an vielen Orten der Erdoberfläche herausbefördert wird aus der Tiefe, und jede Stelle, an der das geschieht, bezeichnen wir als einen **Vulkan.** Sehr verschiedenartig ist nun die Gestalt eines Vulkans. Sie kann einfache klaffende Spalten in der Erdrinde darstellen, die zuweilen viele Kilometer lang sind, oder rundliche, resp. elliptische Vertiefungen bald größer, bald kleiner, und trichterförmig in die Erdoberfläche eingesenkt, dann aber, und das ist meistens der Fall, Berge von sehr wechselnden Größenverhältnissen, Hügel von nur wenigen hundert Metern Höhe, und wiederum Riesen, die zu den gewaltigsten Erhebungen der Erde gehören. Es ist klar, daß zwischen dem Vulkan und dem Magma in der Tiefe, seinem Herd, eine Verbindung, ein Kanal vorhanden sein muß, und die Frage, ob diese Verbindung zeitlich gesprochen die ältere und der Vulkan selbst die jüngere Erscheinung ist, ob also ein Vulkan überhaupt sich bilden kann, ohne daß dieser Kanal zuvor vorhanden war, um dem Magma den Weg zur Erdoberfläche zu gestatten, oder ob dieses letztere sich seinen Durchbruch durch die auf ihm lastende Gesteinshülle hindurch selbst schafft, gehört heute zu den vielumstrittensten in der Geologie. Vorderhand soll uns die Entstehungsweise dieses Verbindungskanales nicht weiter beschäf-

tigen, später jedoch werden wir noch eingehender auf diese Dinge zurückkommen müssen.

Die Grundform eines Vulkans, seine Urgestalt, wenn man

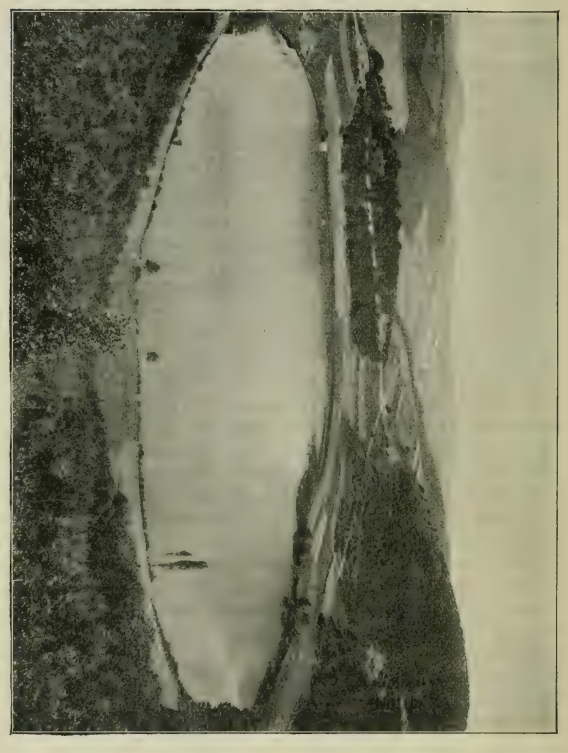


Abb. 1: Das Gemündener Maar bei Daun in der Eifel. Nach einer Photographie.

so will, ist das „Maar“, eine jener weiter oben schon kurz angeführten mehr oder weniger rundlichen, trichterförmigen Einsenkungen in der Erdoberfläche, die durch eine mächtige Explo-

sion aus der Gesteinsmasse, in der sie eingebettet sind, ausgeblasen wurden. Der glutflüssige Gesteinsbrei, der aus der Tiefe heraufdringt, ist mit allerhand Gasen gesättigt, die unter gewaltigem Druck stehen. In dem Augenblick, in welchem die Verbindung zwischen dem Vulkan und dessen Herd hergestellt ist, der Druck also bedeutend vermindert wird, muß sich ein beträchtlicher Teil dieser gasförmigen Stoffe vom Magma trennen und ihm vorauseilen. Dabei wird durch diese immerhin noch hochgespannten Gase am oberen Ende des Verbindungskanals eine trichterförmige Öffnung, ein Minentrichter, herausgeschossen. Die Gasmassen sind nicht rein; sie reißen eine Unzahl größerer

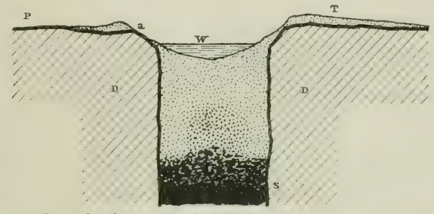


Abb. 2: Durchschnitt durch ein Maar. Nach Heineck. D = Devonische Schiefer, in die das Maar eingesenkt ist. T = Tuffdecke, d. i. der Randwall loser Auswurfsmassen. a = Devonische Schiefer, unter der Tuffdecke hervortretend. W = Wasserspiegel.

und kleinerer Teilchen des Magmas, dem sie entstammen, mit nach oben, und wirbeln dieselben bei der Explosion hoch in die Lüfte hinauf. Diese bei ihrer Luftreise sofort erstarrenden Massen fallen alsbald wieder zur Erde nieder und bilden dann einen je nach der Größe der Explosion verschieden hohen wallartigen Rand um den Minentrichter. Hat es bei dieser einen Explosion sein Bewenden, oder folgen derselben nur noch wenige und nicht besonders heftige nach, und hört alsdann später die vulkanische Ausbruchstätigkeit hier gänzlich auf, so wird naturgemäß dieser Wall von Auswurfsmassen nicht besonders hoch sein können. Im Verlaufe der Zeit fällt dieses Gebilde den zerstörenden Einflüssen der Atmosphärilien ganz oder teilweise zum Opfer, auch der Minentrichter selbst wird durch hineingeschwemmte Materialien nach und nach ausgefüllt, oder es sammelt sich Wasser darin an, das diese Einsenkung allmählich zu einem See um-

wandelt, oder, je nach den Umständen, zu von Moor- oder Wiesenboden eingenommenen Vertiefungen.

Deutschland besitzt neben anderen Stellen in der Eifel eine Reihe von derartigen zu Seebecken umgemodelten Gebilden, welche man dort Maare nennt, einen Namen, den man auf die gleichartigen Vorkommnisse da und dort auf Erden übertragen hat. Man wird die Gesamtheit dieser Erscheinungen ebensogut und vielleicht noch besser als Vulkanembryone oder Embryonalvulkane bezeichnen, wie dies Branca zuerst getan hat, und den Namen Maar lediglich nur auf solche vulkanische Explosionstrichter beschränken, die sich noch als Seen darstellen oder nachweislich einmal solche gewesen sind. Derartige Embryonalvulkane sind weitverbreitete Dinge auf unserem Planeten. Die Maare der Eifel haben meist einen beträchtlichen Umfang und ziemlich bedeutende Tiefen. So besitzt das Pulvermaar (Gillenfelder See) einen größten Durchmesser von 735 Meter bei etwa 95 Meter Tiefe, das Weinfelder Maar 530 Meter bei 102 Meter Tiefe, das Gemündener Maar 410 Meter bei 62 Meter Tiefe.

In der Umgegend von Urach am Nordabhang der schwäbischen Alb hat Branca über 120 derartige Vulkanembryonen gezählt und beschrieben, welche, weil sie spättertiären Alters sind, von den erodirenden Einflüssen naturgemäß sehr viel mehr zerstört und angegriffen worden sind, als die jüngeren (diluvialen) Maare der Eifel. Das vulkanische Areal der Auvergne in Zentralfrankreich weist ebenfalls eine Anzahl sehr schöner Maare auf, ebenso das italienische Land, so den Nemisee im Albanergebirge bei Rom und den Averner See in der Phlegräischen Feldern bei Neapel. Eine in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten für die Embryonalvulkane angewandte Bezeichnung ist auch diejenige der Explosionskrater, die auf dem Umstand beruht, daß das obere, und, wie wir bereits gesehen haben, trichterförmig gestaltete Ende des von der Tiefe zur Erdoberfläche führenden vulkanischen Verbindungskanals den Namen Krater führt. Ursprünglich ist dieser Krater also meist ein Minentrichter, und bei den Embryonalvulkanen wird er auch diese Gestalt behalten.

Dauert jedoch die vulkanische Tätigkeit an einer gegebenen Stelle längere Zeit hindurch an, so wird auch immer mehr Auswurfsmaterial aus dem Vulkanschlot herausbefördert werden; im Verlauf der Jahre entsteht somit aus dem niedrigen wallartigen Rand um den Explosionskrater ein mehr oder weniger

hoher Bergkegel, auf dessen abgestumpftem Gipfel der Krater sich öffnet und immer weiter nach obenhin verschoben wird, je höhere Dimensionen der Berg annimmt.

Abb. 3: Asche auf Lava, Vesuvausbruch vom April 1906. Die Asche ist weiß und gibt der Landschaft das Aussehen eines Schneefeldes. Nach einer Photographie.

Die losen Materialien, welche der Vulkan herausschleudert, sind aber durchaus nicht von derselben Größe, und ihre Dimensionen wechseln vom ganz feinen staub- oder sandkörnchenartigen

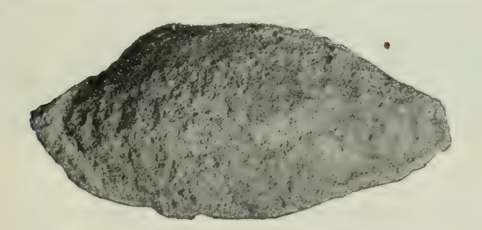


Abb. 4: Bombe vom Vesuv. Nach R. Brauns.
(Original im Mineralogischen Museum in Kiel.)

Gebilde an bis zu mehrere Meter großen Stücken des erstarrten Gesteinsbreies. Die feinen Teilchen führen den Namen vulkanische Asche, größere bezeichnet man als vulkanische Sande, andere, etwa erbsengroße und noch etwas umfangreichere nennt man Lapilli, noch beträchtlichere Schlacken, und Bomben Magmabrocken, die bei ihrer Luftreise in eine drehende Bewegung gerieten und beim Erstarren infolgedessen kuchen-, keulen-, birn- und spindelförmige Gestaltung angenommen haben. Bei den größten Auswürflingen redet man von vulkanischen Blöcken. Je nachdem nun mehr feinere oder gröbere Auswurfsmassen einen nur aus solchen aufgebauten Vulkankegel zusammensetzen, wird man dann von Aschen oder Schlackenkegeln reden können. Dieselben zeigen meist eine mehr oder weniger deutliche Schichtung ihrer Auswurfsmassen. In der Auvergne treten derartige Schlackenkegel in größerer Zahl auf, die Puys, gewissermaßen die kleinsten Vulkanberge auf Erden, nach denen alle ähnlich gebauten Feuerberge als Vulkane vom Puy-Typus bezeichnet werden. Sie finden sich meist



Abb. 5: Birnförmige Bombe vom Weinberg bei Niedermendig am Laacher See. Nach R. Brauns. (Original im Mineralogischen Museum in Kiel.)

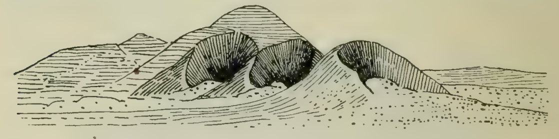


Abb. 6: Vulkane vom Puy-Typus, reihenweise hintereinander angeordnet. Nach Reyer.

nicht als Einzelberge, sondern sie sind fast stets zu mehreren vergesellschaftet und reihenweise hintereinander angeordnet, stehen auch zuweilen so dicht nebeneinander, daß die Umrandung des einen in die des anderen hinübergreift.



Abb. 7: Der Fudschi-Yama in Japan. Nach einer Photographie.

Kommt es dann im Verlaufe der Ausbruchstätigkeit eines Vulkans zum Austritt des Glutbreies, des Magmas selbst, so ergießen sich dessen feurige Massen über und in die losen Aus-

wurfsmassen hinein. Dieser Umstand wird nicht nur zu einer wesentlichen Erhöhung des vulkanischen Bergkegels beitragen, sondern diesen noch bedeutend verfestigen und ihn in den Stand setzen, der Erosion erfolgreicher Trotz zu bieten, als ein Aschen- oder Schlackenkegel. Ein derartiger Vulkanberg, ein Schichtvulkan oder Stratovulkan, besteht aus in unregelmäßiger Weise miteinander abwechselnden Schichten von losen Materialien und Lagen von dem ausgeflossenen Gesteinsbrei, von Lava. In seinem unteren Teil ist er meist breit angelegt und zeigt ein flaches Gehänge, nach obenzu wird er steiler und schlanker geformt sein. Im allgemeinen ist das Gesamtgefälle der allermeisten Vulkanberge nur ein verhältnismäßig geringes; dasjenige des Vesuvkegels beträgt etwas über 30°, nicht mehr, obwohl dieser Feuerberg zu den sehr steilen gehört. Das Profil eines normal ausgebildeten hohen Vulkanberges von seinem Fuße bis zum Gipfel gezogen, gleicht einer leicht nach einwärts geschwungenen, also konkaven Linie, die beispielsweise am heiligen Berge Japans, am Fudschi-Yama, besonders schön hervortritt.

Sehr verschieden groß sind die Höhen der verschiedenen Feuerberge auf unserer Erde. Der erwähnte große Vulkan Japans steigt an 4000 Meter über den Meeresspiegel empor, der Popocatepetl in Mexiko 5400 Meter, der Cotopaxi in Ecuador 5943 Meter, und der höchste Berg im gleichen Areale von Südamerika, der Chimborazo 6310 Meter. Aber die Gewalt und die Kraft seiner Tätigkeit, seine Intensität, sind nicht etwa abhängig von einer entsprechenden Größe und Höhe des Vulkans. Die Montagne Pelée auf der Insel Martinique, deren gewaltige land- und menschenverderbende Ausbrüche im Jahre 1902 noch ungeschwächt in der Erinnerung unserer Zeitgenossen fortleben, besaß vorher nur 1353 Meter Höhe, und der Vesuv, dessen unheimliche Leistungen im April 1906 ebenfalls noch im frischen Gedächtnis Aller sind, ist ein Berg von durchschnittlich 12—1300 Meter Höhe. Jeder stärkere Ausbruch pflegt nämlich die Höhe des Vulkans etwas zu verändern.

Neben derartigen Schichtvulkanen kennt man nun noch andere, an deren Aufbau die losen Auswurfsmassen fast gar nicht beteiligt gewesen sind, und die lediglich aus übereinander geflossenen Lavaergüssen bestehen, Massenvulkane, wie Ratzel

sie genannt hat. Das typischste Beispiel hierfür sind die Vulkane der Hawaii-Inseln, deren beide größte, der Mauna Kea und der Mauna Loa 4208 und 4168 Meter Meereshöhe erreichen. Zieht man aber mit Ratzel den im Meere ruhenden Fuß dieser Vulkanriesen in Betracht, so hat man mit aus Lavaergüssen gebildeten Bergmassen von ungefähr 10000 Meter Höhe zu rechnen.

Es sind sehr flach ansteigende, schildförmige Erhebungen,



Abb. 8: Der Kilauea-Krater auf Hawaii. Nach einer Photographie.

deren mittleres Gefälle um 6° (Mauna Loa) und 8° (Mauna Kea) beträgt, und die Größe ihrer Lavamassen wiegt diejenige der übrigen tätigen Vulkane unseres Planeten, die Feueressen Islands allein ausgenommen, völlig auf. Lowthian Green, dem man sehr genaue Beobachtungen über die Feuerberge von Hawaii zu verdanken hat, meint, daß diese Inseln aus einer Lavamasse von mehr als 300 000 Kubikkilometer bestünden, und daß sich daraus eine Lavadecke von 32—33 Meter Dicke über ganz Europa ausbreiten ließe. Allein die Menge der von den

genannten Vulkanen im Zeitraum von 1832—1887 ausgeworfenen Laven hat der ebenerwähnte Forscher auf 4 Kubik-

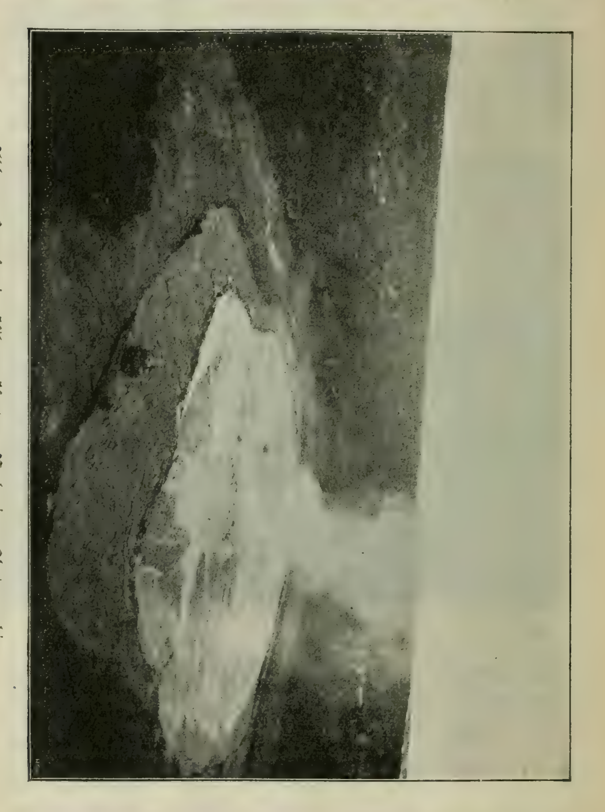


Abb. 9: Feuersee im Kilauea-Krater. Nach einer Photographie.

kilometer geschätzt. In der Gegenwart beschränkt sich die vulkanische Arbeit auf Hawaii auf den Mauna Loa, der zwei

Krater besitzt, aus denen er seinen Glutbrei aussendet, den in etwa 1250 Meter Meereshöhe, an seinen Flanken belegenen Kraterkessel des Kilauea, und den Gipfelkrater des Mokua Weo-Weo. Der erstgenannte stellt eine elliptische, etwa 12 Kilometer Umfang und 4900 Meter größten Durchmesser besitzende und von nahezu 200 Meter hohen Steilwänden eingefaßte Einsenkung dar, in der wiederum andere größere Vertiefungen sich befinden, in welchen die glutflüssige Lava brodelnd auf- und niederwallt, förmliche Feuerseen. Diese Feuerseen schwellen zuweilen derartig an, daß sich die glutigen Massen über ihren Rand hinaus ergießen, zuweilen aber auch verschwindet die in ihnen wogende Lava plötzlich in die Tiefe, einen dunkeln gähnenden Abgrund hinterlassend. Auch der Mokua Weo-Weo ist ein gewaltiger Krater von elliptischer Gestalt mit etwa 6 Kilometer größtem und 2800 Meter kleinstem Durchmesser, und von ungefähr 9 Kilometer Flächenausdehnung. Feuerseen wie im Kilaueakrater fehlen dem Mokua Weo-Weo, doch wirft er auch Lavamassen in größerer Menge aus; bei derartigen Anlässen wird die glutige Materie in großartigen feurigen Springbrunnen 100—200 Meter hoch in die Lüfte hinaufgeschleudert, die turm-, pyramiden- und spiralförmige Gestalt annehmen und ein unbeschreiblich herrliches Schauspiel darbieten sollen.

Es hat sich gezeigt, daß die Lavenergüsse des Kilaueakraters unabhängig von denjenigen des Gipfelkraters sind; bei der verhältnismäßig großen Entfernung zwischen beiden Essen, an 32 Kilometer, kann man diese letzteren füglich auch als zwei voneinander verschiedene Vulkane auffassen, die aber zweifelsohne von demselben magmatischen Behälter in der Tiefe gespeist werden.

Zu diesen Massenvulkanen vom Hawaii-Typus kann man wohl auch die Reihe von Lavakuppen rechnen, die Thoroddsen auf Island aufgefunden hat, die sogenannten Dyngjur, mit Böschungswinkeln von 1—10°, so den Trölladyngja und den Kolottdyngja, und andere mehr. Die erstgenannte dieser Feueressen besitzt 1500 Meter Höhe bei 15 000 Meter Durchmesser, und die zweite 1200 Meter Höhe auf 6—7000 Meter Durchmesser. Großartige Lavenergüsse aus viele Kilometer langen, an der Erdoberfläche aufklaffenden Spalten sind vom vorgenannten nordischen Forscher auf seiner Heimatsinsel ebenfalls nachgewiesen worden; besonders im östlichen Island tritt dieser

Spaltentypus auf. Ein Beispiel dafür ist die Sveinagja-Spalte, die einen Riß in der Erdoberfläche von 15 Kilometer Länge darstellt, bei 10—20 Meter hohen Spaltenwänden und einer Breite von 4—500 Meter. „Nach heftigem Erdbeben im Februar 1875 brach die Lava in dieser Grabensenkung an der westlichen Spaltenwand aus, und die Senkung füllte sich mit Lava. Hier entstand dann infolge von mehreren Ausbrüchen eine Kraterreihe von ca. 22 Kilometer Länge, und es bildete sich ein Lavastrom mit einem Volumen von 300 Millionen Kubikmeter." (Thoroddsen.) Auch der gewaltige Lavastrom des Ögmundarhraun, der um das Jahr 1340 entstand, wurde von zwei parallelen Spalten ausgegossen. Zu einer lokalen Kraterbildung bei diesen Spaltenausbrüchen kommt es nicht immer; bei dem nicht minder großartigen Lavenerguß des Eldgja und bei einigen anderen ist die Lava ohne weitere Kraterbildung ruhig ausgeflossen. Aber meistens entsteht eine Reihe von Schlackenkratern.

Die Krateröffnungen der Vulkane sind natürlich in ihren Größenverhältnissen ebenfalls sehr wechselnd, und nur in sehr seltenen Fällen besitzen sie einen dem Kilauea oder Mokua Weo-Weo ähnlichen Umfang. Sehr häufig sogar weisen hohe Vulkanberge nur verhältnismäßig kleine Krater auf. Als größte Krater gelten in der Gegenwart derjenige des Ringgit auf der Insel Java mit einem Durchmesser von 21 Kilometer und der Feuerschlund des Aso-san in Japan mit einem solchen von 16 Kilometer. Der kreisförmige Krater des höchsten europäischen Vulkans, des 3279 Meter hohen Ätna dagegen hat zu Anfang dieses Jahrhunderts etwa 527 Meter Durchmesser gehabt, während sein unmittelbarer Nachbar, der Stromboli auf den Liparen, der sich 936 Meter über den Meeresspiegel erhebt, von seinem Fuße auf dem Grunde des Ozeans angerechnet aber allerdings einen Bergkegel von 2500 Meter Höhe darstellt, auf seiner Nordwestseite in 708 Meter Meereshöhe eine hufeisenförmige Einsenkung von etwa 1900 Meter Länge auf 1000 Meter Breite zeigt, die „Kraterterrasse", auf der eine Reihe von an Zahl, Größe und Lage stets wechselnder Krater sich öffnen. Der Kraterdurchmesser des 3332 Meter hohen Feuerkegels des Raoun auf Java beträgt 2280 Meter auf 1760 Meter, seine Tiefe etwa 630 Meter.

Da, wie bereits vorhin kurz angedeutet wurde, jeder stär-

kere Ausbruch eines Vulkans dessen Krater mehr oder weniger zu verändern pflegt, so ist die Gestalt eines derartigen Feuerschlundes durchaus nichts bleibendes und konstantes, sondern eine stets andere Formen aufweisende. Dies zeigt beispielsweise die Geschichte des Vesuvkraters in den jüngstverflossenen 250 Jahren auf schlagende Weise. Es steht so ziemlich fest, daß dieser Vulkan von 1139 an bis 1631, also beinahe ein halbes

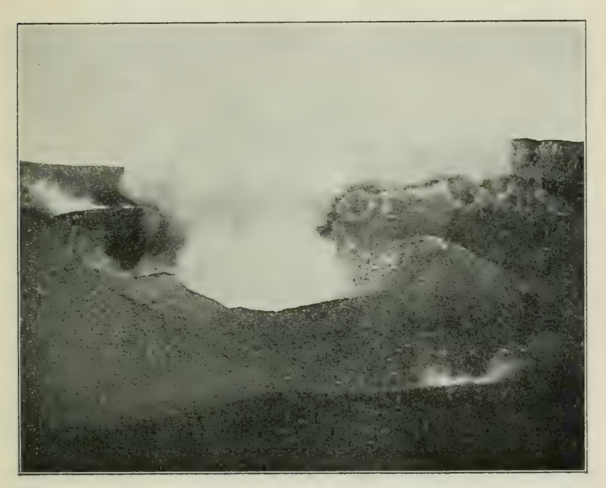


Abb. 10: Der Krater des Vesuv im April 1888. Nach einer Photographie.

Jahrtausend lang keinen Ausbruch aus seinen Gipfelkrater erlebt hat. Dieser bestand nach dem Bericht von glaubwürdigen Augenzeugen aus dem Jahre 1619 aus einer von Eichen, Steineichen, Eschen und anderen Waldbäumen bestandenen weiten Vertiefung, auf deren nördlichen Umrandung einige Stellen im Erdboden zu sehen waren, aus denen heiße Dämpfe hervorbrachen, sogenannte Fumarolen. Auch mehrere Becken, mit heißem oder lauem Wasser von bitterem und scharfem Geschmack gefüllt, waren in der Einsenkung vorhanden. Am Frühmorgen

des 16. Dezember 1631 begann dann einer der allerheftigsten Ausbrüche, die der Vulkan seit Menschengedenken gehabt hat, und bei der durch die Kraft der explodierenden Gase ein großes Stück des Berges unter fürchterlichem Getöse in die Höhe flog. Die Rauchentwickelung und die Menge der in die Lüfte hinaufgetragenen Asche bildeten gewaltige dunkle Wolkenmassen, die in Neapel die Sonne am hellen Tage verdunkelten und sich mit



Abb. 11: Der Krater des Vesuv gegen das Jahre 1890. Am linken Gehänge des Aschenkegels ein Schlackenschornstein.
Nach einer Photographie.

unglaublicher Schnelligkeit verbreiteten. Schon nach wenigen Stunden schwebten sie über der Basilicata und Tarent, überall durch ihre Aschen- und Sandregen Schrecken und Angst unter den Bewohnern dieser Gegenden verbreitend. In Cattaro in Dalmatien, in Volo in Thessalien und noch an vielen anderen weitentfernten Orten gingen derartige Erscheinungen nieder, die in der Nähe des Berges an 6 Meter mächtige Schichten bildeten und durch ihr Gewicht viele Gebäude zerstörten. Genau so, wie

das beim jüngsten Ausbruch des Vesuv im April 1906, wenn auch in geringerem Maße, der Fall gewesen ist!

Nach diesem Ausbruch hatte der Krater die Gestalt eines sehr tiefen und nach untenzu sich etwas verengenden Schlundes erhalten, aus dem dichte Dämpfe in solcher Menge hervorquollen, daß man das Innere nicht sehen konnte. Eine neue, 29 Jahre später (1660) erfolgte Eruption wandelte den Krater



Abb. 12: Der Krater des Vesuv im Jahre 1895. Nach einer Photographie.

wieder um. Durch viele ausgeworfene Materialien war sein Grund bedeutend erhöht und zugänglich geworden. Drei Mündungen führten von hier aus in die Tiefe. Und auf solche Weise wurde im Verlaufe der noch später erfolgten Eruptionen die Gestalt des Vesuvkraters immer und immer wieder umgewandelt; der oberste Teil des Bergkegels wurde bald erhöht, bald wieder erniedrigt, eine oder mehrere größere oder kleinere Öffnungen des Schlundes zeigend, meist aber so, daß die geringfügigeren Eruptionen eine Erhöhung, die gewaltigeren

jedoch eine Erniedrigung des den Krater tragenden Aschenkegels zur Folge hatten. Nach der sehr starken Tätigkeit, die der Berg im Jahre 1794 entfaltet hatte, zeigte der Krater beispielsweise das Bild einer elliptischen und von 600 Palmen hohen Steilwänden eingefaßten Vertiefung von etwa 8600, nach anderen 6305 oder sogar nur 5076 Palmen Umfang. Einen ähnlichen Anblick bot der Krater nach dem heftigen Ausbruch im April 1872 dem Beschauer dar, und gegen 1890 war derselbe wieder fast völlig ausgefüllt, wies 1894 wieder einen an 200 Meter tiefen und 150—175 Meter breiten Abgrund auf, der aber bereits im Juni 1895 durch die aufgestiegenen erstarrten Laven wieder geschlossen und geebnet war. Schon im April 1900 war der Feuerschlund wieder geöffnet, und das ging in wechselnder Weise so fort, bis im April 1906 der Krater abermals tief eingerissen und schluchtenförmig erweitert worden ist.

Man redet nun von tätigen und von erloschenen Vulkanen, doch ist die Einteilung der Feuerberge in diese beiden Kategorien immerhin eine sehr von der persönlichen Auffassung abhängige, und darum wurde auch die Grenzlinie zwischen denselben sehr verschiedenartig gezogen. Der Begriff „tätig" läßt sich eben nicht genau umschreiben. So wurde schon vorgeschlagen, denselben nur auf solche Vulkane zu beschränken, die innerhalb der jüngst vergangenen dreihundert Jahre einen Ausbruch zu verzeichnen gehabt hätten, aber auch diese Umgrenzung wäre nur eine recht willkürliche, zumal mancher Vulkan so lange Ruhepausen, und noch viel, viel längere zwischen zwei Perioden seiner Eruptionstätigkeit erlebte. Als Beispiel für diesen Umstand mag uns wiederum der Vesuv dienen. Der erste historische Ausbruch, von dem wir wissen, hat im Jahre 79 unserer Zeitrechnung, unter der Regierung des Kaisers Titus stattgefunden. Die vulkanische Natur des Berges ist bis dahin fast gänzlich unbekannt gewesen. In seiner „Historia naturalis", dem Konversationslexikon der Naturgeschichte im alten Rom, sagt Plinius dort, wo er von den berühmtesten Vulkanen redet, kein Wort vom Vesuv, obwohl er den Ätna, die äolischen Inseln (Liparen) und noch andere, meist sehr problematische Örtlichkeiten aufzählt. Das wahre Wesen des Feuerberges von Neapel hat er allerdings späterhin zu erkennen vermocht; seine darüber gemachten Aufzeichnungen sind aber nicht erhalten geblieben, denn das war eben beim vorerwähnten Ausbruch vom Jahre 79, der auch

dem Plinius das Leben gekostet hat, der Fall. Dagegen finden wir bei einem griechischen Geschichtsschreiber, der ein Zeitgenosse des Julius Cäsar und des Augustus war, also um die Wende des alten und zu Anfang der neuen Zeitrechnung gelebt hat, bei Diodorus, nach seiner Heimat Agyrion auf Sizilien auch Siculus genannt, eine Stelle, in der die vielen Spuren früheren Brandes am Vesuv erwähnt werden. Ähnliches spricht auch ein weiterer Zeitgenosse des Diodorus, der römische Baumeister und Schriftsteller Vitruvius Pollio aus. Ebenso macht der Grieche Strabon, der hervorragendste Geograph der alten Welt, dessen Lebensjahre in die Regierungszeiten der beiden ersten römischen Kaiser gefallen sind, Bemerkungen über Stellen am Vesuv, aus deren Aussehen man schließen möchte, daß sie einst gebrannt hätten und alte Feuerkrater gewesen seien, die aus Mangel an Nahrung erlöschen mußten. Aus diesen spärlichen Mitteilungen der genannten alten Schriftsteller geht jedenfalls hervor, daß der Vesuv sich seit Menschengedenken durchaus untätig verhalten haben muß; nur eine sehr unverbürgte Nachricht aus einem dem Berosus zugeschriebenen Werke berichtet von einem Ausbruch dieses Vulkans im vorletzten Regierungsjahre des siebenten Königs der Assyrer, also etwa um 1187 v. Chr. Das betreffende Buch kann aber sehr wahrscheinlich nicht von Berosus herrühren, der ein Belpriester zu Babylon war und ein Zeitgenosse des großen Alexanders. Aber selbst wenn diese Überlieferung echt und der Wahrheit entsprechend sein würde, so müßten zwischen dieser Eruption und der ersten beglaubigten im Jahre 79 n. Chr. beinahe 13 Jahrhunderte verflossen sein. Wir haben schon weiter oben ausgeführt, daß der Vesuv dann später noch manchmal sehr lange Ruhepausen zu verzeichnen gehabt hat, und es wäre sehr wohl im Bereiche der Möglichkeit, daß einmal eine solche von 3—400 Jahren eintreten könnte, so daß man alsdann bei Anwendung des vorerwähnten Zeitmaßes von 300 Jahren für die tätigen Vulkane den Feuerberg von Neapel zu den erloschenen zählen müßte. Wie irrig ein derartiges Verfahren aber wäre, das lehrt uns ja die soeben kurz skizzierte Geschichte des Vesuvs. Will man dasselbe aber nichtsdestoweniger gelten lassen, so würden etwa 330—360 tätige Vulkane zu zählen sein, aber auch diese Zahl könnte sich in manchen Fällen nicht immer auf verbürgte Tatsachen stützen. Die Zahl der Vulkane, die nicht gerade in heftigen Ausbrüchen

tätig sind, aber auch nicht sicher als ganz erloschen bezeichnet werden können, beläuft sich nach Ratzel, diesem gründlichen Kenner unserer Erdoberfläche, auf Tausende. Da aber fast jeder Feuerberg noch eine Anzahl kleinerer Ausbruchsstellen an seinen Flanken oder in seiner unmittelbaren Umgebung besitzt, wie wir später noch sehen werden, so ist es obendrein noch sehr schwierig festzustellen, was davon als Einzelvulkan und was als Nebenkegel aufzufassen ist. Auch hier ist der persönlichen Ansicht eines jeden Forschers ein weiter Spielraum gelassen. Die



Abb. 13: Lateralkegel am Gehänge des Ätna in Eruption. Ausbruch vom August 1892. Nach einer Photographie.

Gehänge des Ätna sind förmlich übersät mit solchen Nebenvulkanen, mit Lateralkegeln, etwa 700, auf den Galapagos-Inseln sollen 2000 Ausbruchsstellen vorhanden sein, auf der 20 Kilometer langen Lakispalte in Island sind im Jahre 1783 über hundert kleine Vulkankegel aufgerissen worden, usf. Wollte man alle diese Eruptionsstellen als Einzelvulkane auffassen, so würde die Zahl der tätigen Vulkane eine noch viel größere werden müssen.

So manchen Feuerberg betrachten wir eben nur darum als erloschen, weil wir auch nicht mehr das leiseste Tiktak des seine Maschine treibenden Uhrwerkes zu vernehmen imStande sind. Aber vielleicht ist dieses letztere dennoch im Gange, ohne das es zu merken ist, und die vulkanische Kraft schlummert nur und ist nicht abgestorben. Das hat ja auch der Vulkan von Nea-

pel bei seinem Wiedererwachen nach tausendjährigem Schlafe gezeigt!

Wenn die eruptive Tätigkeit einer Ausbruchsstelle nachläßt und erlahmt, so geschieht das nicht meist plötzlich und auf einmal, sondern es findet fast immer eine allmähliche Abnahme, ein Dahinsiechen der hier tätigen unterirdischen Gewalten statt. Der Vulkan tritt zunächst aus der eigentlichen Ausbruchsphase,

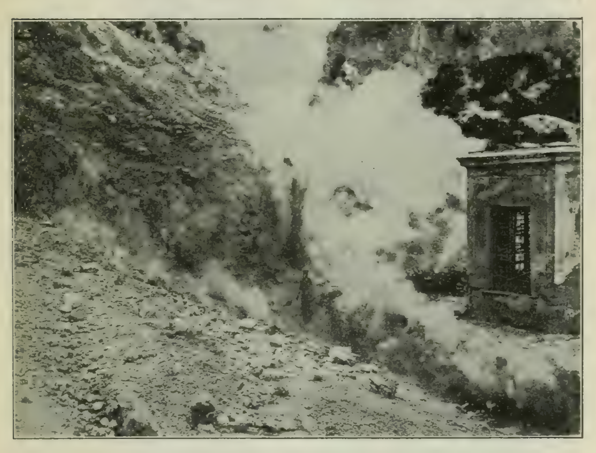


Abb. 14: Die große Fumarole des Solfatara von Pozzuoli im Dezember 1906. Nach einer Photographie.

aus der paroxysmalen, wie man sie nennen könnte, in diejenige des Solfatarenzustandes über. Diese Art der vulkanischen Kraftäußerungen hat ihren Namen von einem Explosionskrater in den Phlegraeischen Feldern bei Neapel erhalten, der einzigen Stelle in diesem Vulkangebiet, die im vollen Sinne des Wortes in der Gegenwart noch tätig ist. Die Solfatara liegt in unmittelbarer Nähe des Städtleins Pozzuoli, das sich auf der Stelle des mächtigen Handelsemporiums des alten Roms, von Puteoli erhebt. Sie hat die Gestalt eines von steilen Gehängen umgebenen kreisrunden Kraters von etwa 250 Meter

Durchmesser, aus dessen Boden und Umwallung da und dort sehr heiße schwefelhaltige und auch noch mit anderen Gasarten geschwängerte Dämpfe hervorbrechen. Bereits im Altertum wies die Solfatara diesen Zustand auf; der Mythus hat den

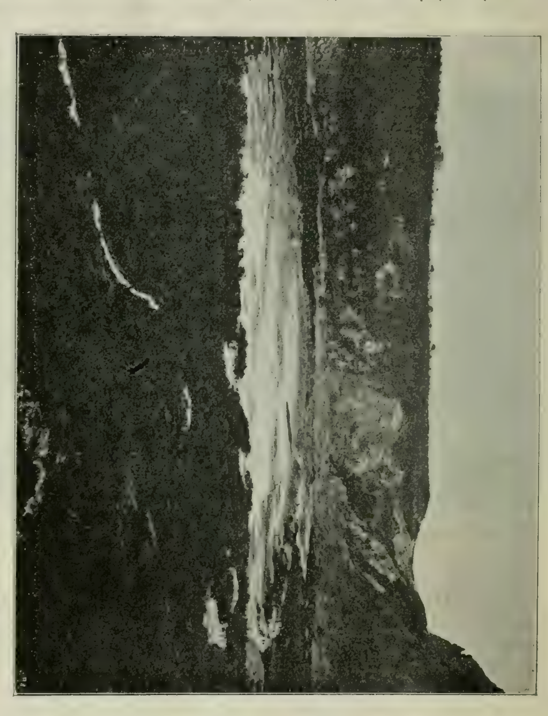


Abb. 15: Der Krater des Solfatara von Pozzuoli. Gesamtansicht zu Ende des 19. Jahrhunderts. Nach einer Photographie.

Eingang zur Unterwelt hierher verlegt, und Forum Vulcani, der Vorhof zur Esse Vulkans war sie benannt, und sie ist von den Dichtern und Schriftstellern jener Zeiten mehrfach besungen und beschrieben worden. Auch Strabon, der große griechische

Geograph, redet von ihr. Die großen Mengen von schwefeliger Säure und von Schwefelwasserstoff, welche den Ausbruchsstellen, den **Fumarolen** der Solfatara entströmen, haben im Verlaufe der Zeiten die losen und die festen Gesteinsmassen des Kraters stark angefressen und zersetzt; ein weißliches, erdiges, aus Alaun, Gips, Kaolinerde usf. zusammengesetztes Material ist so daraus entstanden. Gleiches zeigt sich auch in der nächsten Umgebung des Vulkans, die eben wegen dieser Färbung bei den Alten den Namen der Colles Leucogaei erhalten hatte. Bereits damals schon wurden hier Schwefel und die erwähnte Zersetzungssubstanz gewonnen; die letztere diente zu verschiedenen Zwecken, so beispielsweise um einer bei den Römern sehr beliebten Getreideart, dem Spelz im gemahlenen Zustand Farbe und Zartheit zu verleihen. Wie hoch der Wert dieser weißlichen Masse eingeschätzt wurde, das beweist eine Stelle im Plinius, wonach Kaiser Augustus ein Dekret erlassen hatte, das verordnete, jährlich 20000 Denare auf Staatskosten als Ablösung für die den Leucogäischen Hügeln entnommene Menge dieser Substanz an die Neapolitaner zu bezahlen.

Seitdem die Geschichte zu berichten weiß, ist dieser Zustand der Solfatara von Pozzuoli annähernd immer derselbe geblieben, wenn auch das Maß ihrer vulkanischen Kraftäußerungen ein wechselndes und von hier nicht zu erörternden Umständen abhängiges gewesen sein dürfte. Nur im Jahre 1198 soll sie einen heftigen und von einer Explosion begleitet gewesenen Ausbruch erlitten haben, der von manchen Forschern zwar bezweifelt worden ist, nach neueren Anschauungen jedoch tatsächlich stattgefunden hat. Ja, nach der Ansicht zweier um die Vulkanforschung in Italien hochverdienter Geologen De Lorenzo und Riva brodelte sogar im 14. Jahrhundert glühende Lava im Solfatarakrater. Die genannten Gelehrten stützen sich in dieser Annahme auf einen Brief des Dichters Petrarca, doch wird die Auslegung dieses Schriftstückes in dem ebenerwähnten Sinne von einem nicht minder gründlichen Kenner der italienischen Feuerberge, von C. de Stefani bestritten.

Auch in nachrömischen Tagen fand in der Solfatara und in ihrer Umgebung noch eine rege Alaungewinnung statt, deren Erträgnisse dem Hospital Santa Maria in Neapel zugehörten, und am Schluß des 18. und zu Anbeginn des 19. Jahrhunderts war dort eine regelrechte Alaunfabrik eingerichtet, deren

Leitung in den Händen eines bekannten Naturforschers, Scipio Breislack, lag, dem wir verschiedene wertvolle und grundlegende Arbeiten über diesen Krater verdanken. Die Wärme der Solfataradämpfe ist eine wechselnde und schwankt je nach Zeit und Ausströmungsöffnung zwischen 65 und 150° C.

Ein anderer Vulkan Italiens, der sich zumeist im Solfatarenzustand befindet, ist derjenige von Vulcano, einer der Liparischen Inseln. Derselbe zeichnet sich durch seinen Reichtum an Borsäure aus, die übrigens auch in der Solfatara von Pozzuoli vorhanden ist, wenn auch in bedeutend geringfügigerer Menge. Der Solfatarenzustand von Vulcano wird zuweilen durch heftige Ausbrüche unterbrochen, manchmal aber nur nach langen Zwischenräumen. Bedeutendere Eruptionen hatte der Vulkan von 1771—1888 überhaupt nicht zu verzeichnen, wenngleich seine Solfatarentätigkeit des öfteren eine recht bedeutende gewesen sein muß. Auch hier wurden Schwefel, Salmiak, Alaun und Borsäure aus den ausströmenden Dämpfen erzeugt, besonders die letztere, von der im Zeitraume von 1873—1876 jährlich 8 Tonnen produziert wurden. Mit dem Jahre 1888 setzte jedoch eine erneute eruptive Periode des Kraters ein, welche diesem Industriezweig, der in englischen Händen gelegen hatte, vorläufig ein Ende gemacht hat.

Vulkane im Solfatarazustande sind auf Erden weitverbreitete Erscheinungen; man kennt solche in Chile, Mexiko, auf den Sundainseln, im Kaukasus, wo der 4000 Meter hohe Demavend zur Zeit in dieser Weise tätig ist, auf Island usf.

Schwächt sich im Laufe der Äonen die eruptive Arbeit einer vulkanischen Ausbruchstelle noch immer mehr und mehr ab, so treten in ihren Gasausströmungen, in ihren Exhalationen, die schwefelige Säure, der Schwefelwasserstoff, die Borsäure und so weiter immer mehr zurück, um nach und nach ganz auszuscheiden, so daß nur noch heiße Wasserdämpfe und Kohlensäure übrig bleiben. Auch das heiße Wasser kann allmählich verschwinden, so daß lediglich nur Exhalationen von Kohlensäure als letzter Rest ehemaliger vulkanischer Tätigkeit vorhanden sind, die Mofetten. So ist auch in dem uns schon bekannten deutschen Vulkangebiet der Eifel, wo wir die schönen Maare finden, die Mofettentätigkeit eine sehr große, und die Kohlensäuremengen, welche dort im Erdboden vorhanden sind, konnten sogar durch niedergebrachte Bohrungen in noch größerem Maße er-

schlossen und zu industriellen Zwecken verwendet werden. Man hat berechnet, daß allein bei Burgbrohl 4520 Kilogramm dieses Gases in 24 Stunden ausströmen, und nach dem bekannten Chemiker G. Bischof sollen aus den Kohlensäurequellen in der Umgebung des Laacher Sees jährlich 219 Millionen Pfund dieser Substanz der Atmosphäre zugeführt werden. „Gar manche Flasche Selterswasser", sagt R. Brauns, „die wir in Deutschland trinken, ist mit vulkanischer Kohlensäure aus dem Laacher Seegebiet hergestellt worden".

Auch die vulkanischen Landschaften der Auvergne und des Vivarais in Zentralfrankreich haben viele Mofetten aufzuweisen (Clermont, Royat usf.), wie denn auch diese Erscheinungen zweifellos noch größere Verbreitung besitzen, als die Solfataren. Eine der bekanntesten Vorkommnisse dieser Art ist die vielbesuchte Hundsgrotte in den Phlegräischen Feldern, wo die Kohlensäureausströmung den Reisenden durch ein tierquälerisches Experiment mit einem armen Hunde handgreiflich vorgeführt wird, zur Schande der Vorführenden sowohl, wie auch derer, die sich an der Angst und den Zuckungen des geplagten Tieres zu erfreuen vermögen.

Es ist bereits angedeutet worden, daß die dem Vulkan während seines Verharrens im Solfatarenzustande entströmenden verschiedenen Dämpfe und Gase, die seinen Krater umschließenden und die darin vorhandenen Gesteinsmassen loser oder fester Natur (Laven) zu zersetzen und zu verändern vermögen, wie dieses bei der Solfatara von Pozzuoli so schön beobachtet werden kann. Je länger dieser Solfatarenzustand andauert, umso größer und wirkungsvoller müssen diese Zersetzungserscheinungen auftreten. Die Gesteine des Kraters verlieren auf diese Weise ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Angriffe der Atmosphärilien, die in der Gestalt von Tau, Regen, Schnee und Eis unaufhörlich am Vulkan herumnagen, und so wird allmählich auch der schönste und bestgefügteste Feuerberg ihrem nimmerruhenden und fressenden Zahne zum Opfer fallen. Dann entsteht aus einem Vulkan eine Vulkanruine, und, wie das von Ratzel sehr richtig ausgesprochen wurde, die meisten Vulkane unserer Erde sind im Grunde solche Trümmerwerke. Aber, und das wurde ja bereits vorhin schon angedeutet, der Todesschlaf so mancher Feuerberge ist nur ein vermeintlicher, nur ein Scheintod, und aus irgendwelchen Ursachen kann der Berg plötzlich wieder zu neuem

Leben erwachen und seine Wiedergeburt feiern. Die Geschichte weiß mancherlei Dinge davon zu erzählen und von solchen Tagen zu berichten, die meist zu den großen Unglückstagen unserer Menschheit gerechnet werden müssen. Eines der schönsten Beispiele dafür verdanken wir dem Vesuv. An der Hand der Begebenheiten, welche das Wideraufleben der in seinem Untergrunde vorhandenen vulkanischen Kräfte nach tausendjährigem Schlummer in den Augusttagen des Jahres 79 n. Chr. eingeleitet haben, wollen wir im folgenden den Hergang eines derartigen heftigen und historisch denkwürdigen Ausbruches kennen lernen.

Zweiter Abschnitt.

Der Ausbruch des Vesuv im Jahre 79 n. Chr. nach den Briefen des jüngeren Plinius. Die Gestalt des Vesuv vor dieser Eruption. Sommavulkane oder Vulkane vom Vesuvtypus. Konzentrische und exzentrische Doppelvulkane. Calderen und Barrancos. Paroxysmen. Die Reihenfolge der Ausbruchserscheinungen. Vorboten, als Erdbeben, Versiegen von Quellen usf. Dampf- und Aschenpinien. Menge der vulkanischen Auswurfsmaterialien. Vernichtende Wirkung der Aschenregen. Zersprengende Wirkungen der vulkanischen Explosionen am Berg. Bruchfelder. Der Wasserdampf in der Dampf- und Aschenpinie. Vulkanische Gewitter. Schlammströme. Avenidas. Flammenerscheinungen. Lärm und Getöse bei den Eruptionen. Die Glutwolken der Montagne Pelée auf Martinique. Eruptionen vom Pelé-Typus in früherer Zeit. Eine gute Seite der vulkanischen Aschenregen.

Wir befinden uns am Kap Misenum bei Neapel, am 25. August im Jahre 79 unserer Zeitrechnung, nachmittags um 1 Uhr; ein heißer und schwüler Tag. Im Hafen draußen liegt das hier stationierte Geschwader der römischen Flotte vor Anker, in seiner nahe am Meere belegenen Wohnung, einem geräumigen und vornehmen Landhause ist der stets emsige und niemals müßige Befehlshaber derselben, Herr Gajus Plinius Secundus, der Ältere, trotz der glühenden Hitze mit gelehrten Studien beschäftigt. Da tritt unerwartet seine bei ihm weilende Schwägerin ins Gemach. Sie bringt ihm seltsame Kunde. Von Osten her, so berichtet sie, ziehe eine dunkle Wolke von ebenso ungewöhnlicher Gestalt wie Größe herauf; er möge

doch rasch hinauskommen, um das Wunderding mit eigenen Augen zu schauen. Der Admiral ruft nach seinen Sandalen und eilt dann unverzüglich zu einer benachbarten Anhöhe, von wo aus die Gegend gut zu überblicken ist. Da bietet sich ihm ein seltsames und ganz neues Schauspiel. Jenseits von Neapel steigt aus dem Gipfel eines Berges eine mächtige, baumstamm-artige Wolkenbildung wirbelnd hervor, nach obenhin in zahllose Äste sich ausbreitend, einer Riesenpinie vergleichbar, bald hell glänzend, bald schmutzig-fleckig von Aussehen. Kurz entschlossen befiehlt Plinius ein schnellsegelndes Fahrzeug klarzumachen; dieses Wunder der Natur will der große Gelehrte soviel als möglich aus nächster Nähe betrachten. Schon ist das Schiff fertig zur Abfahrt, als ein Bote mit einem wichtigen Brief erscheint. Aus Resina am Fuße des Vesuvs kommt der Mann in großer Eile daher; Asche und Erdmassen wirft der Vesuv auf den unglücklichen Ort, dessen Bewohner den Flottenchef zu Misenum um Hilfe bitten und ihn anflehen, sie aus ihrer gefahrdrohenden Lage zu befreien. Nun ändert der alte Herr seinen Befehl. Größere Schiffe mit 4 Ruderbänken lichten die Anker; er selbst besteigt das eine und steuert so rasch als die Kraft der Ruderer es gestattet, dem Unheil entgegen, der Mannschaft Mut zusprechend, er selbst so sehr ohne jegliche Furcht, daß er während der Fahrt alle Vorgänge des Ereignisses, die er beobachten kann, aufzeichnet und niederschreibt. Je näher die Fahrzeuge dem Vesuv kommen, umso gefahrdrohender gestaltet sich ihre Lage. Schon fällt Asche auf ihr Deck, die immer dichter und heißer wird, bald darauf folgt ein Hagel von Bimssteinbrocken und Schlacken. Ein Landen wird hier unmöglich; die vom Berge herabstürzenden Massen haben sich bis zum Meere hingewälzt und das Ufer unzugänglich gemacht. Da bedenkt sich der mutige Mann doch auch einen Augenblick und überlegt, ob er dem Drängen des Steuermanns, umzukehren, folge leisten soll, oder nicht. Doch das Pflichtgefühl des römischen Admirals trägt den Sieg davon. „Fortuna", so ruft er seinen angsterfüllten Seeleuten zu, „steht den Mutigen bei; setzt auf das Landgut des Pomponius bei Stabiae den Kurs!" Glücklich erreichen die Fahrzeuge den dortigen Hafen, an dem Pomponius den Freund erwartet. Bereits hatte er seine wertvollste Habe auf Schiffe verstaut, um der Gefahr zu entrinnen, sobald der widrige Wind ihm gestatten würde, in See zu stechen.

Plinius gelingt es, den Verzagten zu beruhigen, und beide Männer gehen ins Haus zurück, wo der erstere ein Bad nimmt und sich dann scheinbar heiteren Sinnes mit dem Gastfreunde zum Mahle niederläßt. Indessen ist die Nacht herbeigekommen, doch auch die Vorgänge auf dem Vesuv haben merklich an Gewalt gewonnen. Hohe, im Dunkeln der Nacht weithin leuchtende Feuergarben brechen aus seinem Gipfel hervor, dumpfes Getöse und Donnern dröhnt aus den Eingeweiden des Berges, in großen Scharen drängen sich die flüchtigen Bewohner der bedrohten Ortschaften durch die Straßen von Stabiae. Plinius versucht, den Verzweifelten Mut einzuflößen. „Es ist nichts", ruft er ihnen zu, „und die Feuer, die euch Schrecken einjagen, sind ja nur die Flammen der von den Bauern verlassenen und von diesen in Brand gesteckten Häuser!" Dann begibt er sich zur Ruhe, scheinbar unbekümmert um das unheimliche Ereignis, das sich in seiner Nähe abspielt. Ein fester Schlummer überkommt ihn; sein schweres Atmen — er war etwas beleibt — und sein Schnarchen wird von den Leuten vor der Türe seines Schlafzimmers deutlich vernommen.

Aber die Menge der niederfallenden Aschen und Lapilli wird immer größer und größer. Bereits ist der Hof vor des Plinius Gemach schon in solcher Höhe davon angefüllt, daß ihn ein längeres Verweilen darin in die Gefahr brächte, verschüttet zu werden. Pomponius weckt seinen Freund, und beide beratschlagen, ob sie den Verlauf der Dinge dennoch im Hause erwarten oder lieber ins Freie flüchten sollen. Denn häufige und gewaltige Erdstöße erschüttern den Boden, die Häuser fangen zu wanken an; wie von ihrem Fundamente losgelöst bewegen sie sich hin und her. Doch auch draußen lauert das Unheil. Der Hagel von Lapilli und Schlacken kann ja ebenfalls den sicheren Tod bringen. Man wägt die Gefahren gegeneinander ab, die Flucht ins Freie wird gewählt. Von auf den Kopf gebundenen Kissen einigermaßen beschützt, verlassen die Bewohner das schützende Dach. Obwohl der Tag heraufgedämmert sein mußte, herrschte doch noch größere Dunkelheit als in der finstersten Nacht. Beim Scheine von Fackeln und Windlichtern sucht die flüchtige Schar das Ufer zu erreichen, um die Schiffe segelfertig zu machen. Aber das aufgeregte und wildbewegte Meer läßt auch das nicht zu. Von großer Mattigkeit überwältigt legt sich Plinius auf ein ausgebreitetes Tuch und nimmt, von

heftigem Durste gequält, mehrere Becher Wasser zu sich. Der immer stärker werdende Ausbruch von Flammen aus dem Gipfel des Berges und ein erstickender Schwefelgeruch rauben der Mehrzahl der Flüchtlinge den letzten Rest von Mut; schreiend und wehklagend rennen sie davon, während der römische Admiral seine Kräfte noch einmal zusammennimmt und sich auf zwei Sklaven gestützt zu erheben versucht. Alsbald bricht er wieder zusammen; der schreckliche Schwefeldampf raubt ihm den Atem, und er gibt seinen Geist auf. Drei Tage später, als die Sonne wieder scheinen kann, findet man seinen Leichnam unversehrt, im Aussehen mehr einem Schlafenden, als einem Toten ähnlich.

Inzwischen harrten am Kap Misenum die Schwägerin und ihr achtzehnjähriger Sohn zuerst ängstlich der Heimkehr des Verwandten. Doch die eigene Gefahr ließ sie bald die Not des Schwagers und Oheims etwas vergessen, denn bei Anbruch der Nacht trat ein so heftiges Erdbeben ein, daß Alles zusammenzubrechen drohte. Mutter und Sohn eilen ins Freie, auf den schmalen Vorplatz zwischen dem Hause und dem Meer. Der Jüngling will sich als ganzer Mann erweisen; er läßt sich das Werk des Titus Livius kommen und liest darin, ja, er macht sogar in dieser bangen Stunde Excerpte daraus, obwohl ein naher Freund der Familie herbeieilt und Mutter und Sohn ihrer Sorglosigkeit wegen heftig tadelt. Gegen 6 Uhr morgens mehren sich die Bodenerschütterungen, die umliegenden Gebäude werden stark zusammengerüttelt, die Gefahr des Einsturzes nimmt dauernd zu. Jetzt scheint auch den Beiden der Augenblick zum Verlassen der Stadt gekommen. Eine bestürzte Menge folgt ihren Spuren und drängt und schiebt die Abziehenden in dichten Haufen vorwärts. Auf freiem Felde wird Halt gemacht. Hier jedoch ergreift neuer Schrecken die Menge; die zur Abfahrt herbeigeholten Wagen rollten hin und her, obwohl das Land ganz eben war; auch wenn man ihren Rädern Steine unterlegte, blieben sie nicht fest stehen. Einen ganz ungeheuerlichen Anblick jedoch bot das Meer. Es sah aus, als ob es sich selbst verschlänge und durch die sich stets wiederholenden Bodenerschütterungen zurückgedrängt würde. An dem vom Ozean verlassenen Ufer wimmelte es von zurückgebliebenen Seetieren aller Art. Auf der anderen Seite des Golfes von Bajä aber zog eine schwarzgefärbte furchtbare Wolke herauf, aus der eine Unzahl geschwungener Blitze hervorschossen und mächtige

feurige Garben herauskamen, ein unheimliches Gebilde! Nicht lange, und die Wolke senkte sich rasch auf Wasser und Land; Capri entschwand dem Gesichtsfeld, und alsbald war auch der vorspringende Teil von Misenum in dunkle Schleier gehüllt. Die Mutter flehte den Sohn an, an seine Rettung zu denken. Er sei noch kräftig und jung und könne es tun, sie aber sei alt und hinfällig und wolle gerne sterben, wenn sie nur ihr Kind in Sicherheit wüßte. Der Jüngling weist dieses Ansinnen von sich und eilt vorwärts, die Widerstrebende mit gelinder Gewalt an der Hand nach sich ziehend. Schon beginnt der Aschenregen, dem dichte Finsternis und Rauch folgen, wie ein auf die Erde sich ergießender Strom. Es wird Nacht, nicht aber so, wie wenn der Mond nicht scheint, oder wenn der Himmel von dichten Wolken bedeckt ist, sondern wie wenn man in verschlossenen Räumen das Licht auslöscht. Gejammer von Frauen, Wimmern von Kindern, Schreien von Männern erfüllen die Luft. Die rufen nach ihren Eltern, der sucht seine Kinder, jene ihren Gatten, und nur an der Stimme kann man sich noch einigermaßen erkennen. Allgemeines Wehklagen bricht aus. Viele wünschen sich den Tod aus Furcht vor dem Tode herbei, andere flehen die Götter an, noch andere verzweifeln an den Überirdischen, deren Dasein sie leugnen, und meinen, es sei das Ende der Welt hereingebrochen. Auch an solchen Leuten fehlt es nicht, welche die wirklichen Gefahren noch durch eingebildete und erlogene Schreckensereignisse übertreiben. Misenum soll zusammengestürzt sein, der Ort soll in Flammen stehen, heißt es. Keiner weiß, was er glauben soll!

Doch das Feuer kam nicht näher. Es wurde wieder ein wenig heller, nach kurzer Zeit jedoch trat neue Dunkelheit ein, und ein reichlicher Aschenregen ging nieder, so stark, daß die Flüchtlinge wiederholt aufstehen mußten, um sich die Last der gefallenen Massen abzuschütteln und nicht davon erdrückt und darunter begraben zu werden. Endlich, nach bangem Harren teilte sich das Dunkel, und die Finsternis verzog sich wie Rauch und Nebel. Es wurde wirklich Tag, auch die Sonne schien wieder, aber nur so, wie sie bei einer Sonnenfinsternis auszusehen pflegt. Den noch zitternden Blicken zeigte sich alles verändert und hoch mit Asche bedeckt, als ob Schnee gefallen wäre. Das Erdbeben jedoch dauerte noch einige Tage fort. Auch die Furcht behielt noch die Oberhand, und Viele, die ge-

radezu verrückt geworden waren, trieben mit schrecklichen Prophezeiungen über eigenes und fremdes Geschick ihr Spiel.

Die vorstehenden Zeilen sind der authentische Bericht, ja überhaupt der einzig zuverlässige, den wir über diese erste in geschichtlichen Zeiten vor sich gegangene Eruption des Vesuv besitzen. Sie sind etwa 27 Jahre nach der Katastrophe niedergeschrieben worden, in der Gestalt von zwei Briefen, welche der Neffe des großen Plinius, Plinius der Jüngere, der nachmalige bekannte Schriftsteller und Freund Kaisers Trajans, über die letzten Augenblicke seines Onkels an den berühmten Historiker Tacitus gerichtet hat. Dieser Ausbruch des Feuerberges von Neapel hat bekanntlich die Verschüttung der beiden Städte Pompeji und Herkulaneum zur Folge gehabt, und er ist darum nicht nur in geologischer Beziehung ein wichtiges Ereignis gewesen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß damals die erste Anlage zum heutigen Vesuvkegel entstanden ist. Bereits weiter oben (Seite 20) ist betont worden, daß man über die Gestalt des Vesuv vor dem Ausbruch im Jahr 79 n. Chr. eigentlich nur sehr wenig weiß, wenn auch die Annahme, daß der Berg damals die Form einer Caldera besaß, sehr viel für sich hat. So bezeichnet man gewisse talkesselförmige Kraterbildungen, auf die wir gleich nachher zurückkommen werden. Die Reste dieses alten Vesuvberges sind noch vorhanden in dem Monte Somma, welcher nach N. u. O. hin den Vesuvkegel der Gegenwart umzieht und von diesem durch ein tiefes Tal, das Atrio del Cavallo getrennt wird.

Man nimmt an, daß das fehlende Stück der Somma (nach S. u. W.) bei der Eruption im Jahr 79. n. Chr. in die Luft gesprengt worden ist; die Basis dieses nicht mehr vorhandenen Teiles läßt sich noch recht gut erkennen. Sie bildet im S. eine Art ebener Terrasse, von welcher aus der heutige Vesuvkegel sich schroff emporhebt, „le Piane" geheißen, die früher wohl noch viel deutlicher hervorgetreten ist, weil seither die bei späteren Ausbrüchen des Feuerberges über diese dahingeflossenen Lavaströme ihre Natur etwas verschleiert haben. Auch das bekannte Vesuvobservatorium im W. des Atrio del Cavallo ist auf einem stehengebliebenen pfeilerartigen Stück des alten Sommawalles erbaut. Etwa in der Mitte des alten Explosionskraters erhebt sich der nunmehrige Vesuvkegel, dessen Geburt also in die Augusttage 79. n. Chr. zu setzen wäre. Das ist so die allgemeine Ansicht, welche jedoch nicht von allen Ge-

lehrten, die sich in den letzten Jahrzehnten mit dem Vesuv beschäftigt haben, geteilt wird, denn einer der gründlichsten Kenner der Vulkane im süditalienischen Lande, De Lorenzo, hat die Ansicht verfochten, daß der gegenwärtige Vesuvkegel bei dem erwähnten Ausbruch schon existiert habe. Der Vesuv als Ganzes besteht also aus einem Doppelberg; einmal aus dem alten größeren und gewaltigeren Krater, dem Monte Somma oder kurzweg der Somma, und aus dem beinahe conzentrisch in diesem sich erhebenden eigentlichen Vesuvkegel. Diese Natur des Doppelberges ist keineswegs eine beim Vesuv vereinzelt vorkommende Erscheinung; es zeigt sich dieselbe vielmehr noch bei vielen anderen Vulkanen unserer Erde, welche man als Sommavulkane



Abb. 16: Der Vulkan von Fogo auf den Capverden. Vulkan vom Vesuvtypus, konzentrischer Doppelvulkan. Nach Stübel.

oder auch als Vulkane vom Vesuvtypus bezeichnet. Ein weiteres besonders schönes Beispiel dafür ist der Vulkan von Fogo auf den Capverdischen Inseln. Auf Grund der Annahme, daß der gegenwärtige Vesuvschlot genau in der Mitte des ehemaligen Sommavulkans eingesenkt sei, hat man den Feuerberg von Neapel auch als conzentrischen Doppelvulkan angesprochen, im Gegensatz zu den exzentrischen Doppelvulkanen, bei welchen die jüngere Ausbruchsstelle gewandert ist, d. h. nach irgend einer Richtung hin sich verschoben hat. Genau konzentrisch liegt aber der Vesuvkrater im Ringwall der Somma nicht, und es dürfte überhaupt fraglich sein, ob es wirklich gänzlich conzentrische Doppelvulkane gibt.

Ein gutes Beispiel eines typischen exzentrischen Doppelvulkans bietet der gewaltige Feuerberg Siziliens, der Ätna. Dieser zeigt im Osten einen tiefen, von hohen Felswänden umrahmten und nur nach dem Meere zu offenen Einriß, das Val del Bove. Es ist diese Scharte die alte Caldera des Vulkans, innerhalb deren Umwallung die früheren Ausbruchs-

schlote gelegen waren. Die Eruptionsstelle ist nämlich hier einer Wanderung von S.—SO. nach N.—NW. unterworfen gewesen, und in der Gegenwart befindet sich der Zentralkegel nicht mehr in der Caldera selbst, sondern er sitzt auf deren Umrandung auf.

Wir haben weiter oben gesagt[1], der Monte Somma



Abb. 17: Blick in die Caldera des Ätna, in das Val del Bove, von den Gehängen des Zentralkegels aus. Nach einer Photographie.

sei der Rest einer Caldera. Dieser Name ist von dem großartigen vulkanischen Kesseltal auf Palma, einer der Canarischen Inseln, auf alle ähnlichen Erscheinungen unserer Erde übertragen worden. Bereits Leopold von Buch hat in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Caldera von Palma eingehend beschrieben, und bis in die jüngste Zeit hinein ist diese immer wieder der Gegenstand erneuter Untersuchungen von Seiten der Vulkanologen gewesen. Sehr verschieden ist im Laufe der Jahre die Entstehung der Caldera von Palma gedeutet worden. Für den ebenerwähnten großen deutschen Geologen ist sie

ein echter und typischer Erhebungs- und Einsturzkrater gewesen, eine längst verlassene theoretische Anschauung, mit der wir uns nicht länger beschäftigen können. Der Engländer Lyell, die deutschen Forscher Reiß und Hartung, und in der allerjüngsten Zeit noch Curt Gagel in Berlin haben dagegen die Ansicht vertreten, das ungeheure Kesseltal der Caldera von Palma, nach Gagels neuestem Bericht eine ellipsoidische Einsenkung von etwa 7 Kilometer Ostwest- und 5 Kilometer Nordsüd-Erstreckung bei annähernd 1800 Meter größter Tiefe, habe sein Dasein lediglich der ausräumenden Tätigkeit des fließenden Wassers zu verdanken und sei also eine Vulkanruine, eine Auffassung, der wir durchaus beipflichten wollen. Stübel, dessen Vulkantheorie noch später vorgetragen werden soll, hat den Begriff der Calderaberge in die Wissenschaft eingeführt, deren Bildung er auf ganz bestimmte Vorgänge bei großen magmatischen Ausbrüchen zurückführt, und vor kurzem hat Knebel „sich wenigstens teilweise diesen Ideen angeschlossen und die nicht wegzuschaffenden Argumente Lyells, Reiß und Hartungs mit den Buchschen und Stübelschen Ideen in Einklang zu bringen versucht, sowie den Inhalt des Begriffes Caldera noch mehr erweitert." (Gagel.) Dieser gewaltige Krater der Caldera von Palma ist von zahlreichen steilwandigen und zum Teil sehr tiefen Schluchten, den Barrancos, zerschnitten deren eine, der Gran Barranco, oder Barranco de las Angustias, nicht nur seinen Außenrand angenagt hat, sondern bis in das Innere der Caldera eingedrungen ist und dieses mit der Außenwelt verbindet, eine Schlucht mit 500 bis 1500 Meter hohen Wänden. Auch diese Bezeichnung Barranco wird in der geologischen Wissenschaft für alle gleichartigen Vorkommnisse bei anderen Calderen gebraucht.

Wenn wir den Verlauf der verschiedenen Eruptionen des Vesuv, soweit wir denselben kennen, mit jenem ersten historisch beglaubigten Ausbruch vom Jahre 79 n. Chr. vergleichen, so sind es fast immer dieselben Erscheinungen, die uns dabei vor Augen treten, wenn auch je nach der Gewalt der betreffenden Eruption in verschiedener Stärke. Meist gewaltige Detonationen zu Anfang, sehr oft von heftigen Erderschütterungen begleitet, dann Aschenregen, endlich Austritt der Laven. Und diese Vorgänge sind auch die gleichen bei den übrigen tätigen Vulkanen unserer Erde, wenn ihre Kraftäußerungen sich plötzlich steigern, wenn sie einen Paroxysmus erleiden. Den Eindruck, welchen

eine große Vulkaneruption auf die Bewohner des davon betroffenen Gebietes hervorbringt, haben uns die Briefe des jüngeren Plinius geschildert, und wenn wir einen Bericht über die Vorgänge lesen, die sich beim jüngsten großen Ausbruch des Feuerberges von Neapel im April 1906 abgespielt haben, so finden wir eine große Menge ähnlicher Ereignisse darin. Vor 1827 Jahren riefen die geängstigten Menschen ihre Götter um Hilfe an; in der Gegenwart holt man die Statuen und Bilder der Schutzpatrone aus den Kirchen und Kapellen der bedrohten Städte und Dörfer hervor, und in feierlichen Prozessionen zieht man mit ihnen den vorwärtsrückenden Lavaströmen oder den niedergehenden Aschenwolken des Vulkans entgegen. Die Panik, von der die furchtsamen Menschenherzen in solchen Momenten, wo die unterirdischen Kräfte unserem Geschlecht so recht klar vor Augen führen, wie erbärmlich es ist, erfaßt werden, blieb dieselbe im Jahre des Heils 1906, wie zu den Zeiten, in denen Kaiser Titus die zivilisierte Welt regierte. Not lehrt beten!

Betrachten wir im folgenden nun einmal den Hergang eines vulkanischen Ausbruchs und die Reihenfolge der dabei hervortretenden Erscheinungen vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus. Meist pflegt sich ein vulkanischer Paroxysmus durch eine Reihe von Vorboten anzukündigen. Dazu gehören zunächst eine bedeutende Vermehrung der vom Krater des Berges ausgehauchten Dampfmassen, dann erdbebenartige Erscheinungen. So wird bezeugt, daß der Ausbruch im Vulkangebiet der Phlegräischen Felder bei Neapel, welcher die Auftürmung eines neuen Berges, des Monte Nuovo, am 29. September 1538 zur Folge hatte, durch eine lange Reihe von Erdstößen eingeleitet worden ist, die sich bereits 4 Jahre vorher, um 1534 fühlbar gemacht hatten und später immer häufiger und stärker wurden. Am Tage vor der Eruption traten an 20 solcher erdbebenartiger Erscheinungen auf, die nach dem Ausbruch gänzlich aufhörten. Ähnliches wird vom Izalco in San Salvador berichtet, der am 26. Februar 1770 entstand und seither ununterbrochen in Tätigkeit ist. Drei Monate hindurch anhaltende Erderschütterungen und unterirdische Geräusche gingen der Geburt dieses Feuerberges voraus. Paroxysmen des Aetna werden fast immer vor Erdbeben angesagt, auch beim Vesuv ist das sehr oft der Fall gewesen, so bei dem merkwürdigen Ausbruch von 1631, und 18 Jahre vor dem ersten, im Jahre 79 n. Chr., fand eine ge-

waltige Erderschütterung statt, welche das später verschüttete Pompeji stark mitgenommen hat. Die öffentlichen Gebäude und Tempel dieses Gemeinwesens waren nicht einmal alle wieder aufgebaut, als die Schlußkatastrophe stattfand, welche die Pompejusstadt in der Asche begrub, unter deren Decke sie beinahe zwei Jahrtausende lang gelegen hat. Sehr wahrscheinlich haben sich in den Jahren 63 bis 79 n. Chr. ähnliche Erscheinungen mehrfach wiederholt. Erzählt uns doch der jüngere Plinius in seinen Briefen, daß leichtere Erderschütterungen in der Umgebung von Neapel etwas so Alltägliches gewesen seien, daß niemand mehr darauf geachtet habe. Mit derartigen Erdbebenerscheinungen sind oftmals Bodenbewegungen verbunden, wie man das bei dem Aetnaausbruch im Jahre 1865 und mehrfach am Vesuv, hier auch im April 1906 beobachten konnte. Ebenso treten zuweilen starke unterirdische Geräusche, dumpfem Gebrüll und fernen Kanonenschüssen vergleichbar, auf.

Als Vorboten größerer vulkanischer Ausbrüche wird auch das plötzliche Versiegen von Brunnen und von Quellen angeführt, wie sich das bei solchen Anlässen besonders häufig in der Umgebung des Vesuv zeigt. Gleiches hat sich im Gebiete des Hekla vor dessen Eruption im Jahre 1766 abgespielt, und am 3. Mai 1902, kurz vor der entsetzlichen Katastrophe der Montagne Peleé auf der Insel Martinique versagten die Quellen, welche die am Fuße dieses Vulkans gelegene Ortschaft Le Précheur mit Wasser versorgten. Man mußte das Wasser für den Lebensunterhalt aus St. Pierre herbeischleppen. Dann nimmt auch des öfteren die Wärme der vom Krater des Vulkans oder von dessen Nebenöffnungen ausgeschleuderten Gasmassen zu, und eine starke Entwicklung von Schwefelwasserstoff verpestet die Umgegend des Feuerberges bisweilen auf größere Entfernungen hin lange vorher.! Schon zwei volle Jahre vor dem Ausbruch des Trölladyngr auf Island im Jahre 1862 machte sich im Umkreise von 162 Kilometern dieses übelriechende Gas bemerkbar, so daß die Vogelwelt sehr darunter zu leiden hatte; vor dem Ausbruch der Montagne Pelée im Jahre 1851 wurden die Bewohner von Le Précheur von starkem Schwefelwasserstoffgeruch belästigt, und gleiche Wahrnehmungen konnte man ebneda bereits im Februar 1902, also volle drei Monate vor dem verhängnisvollen Ausbruch des Vulkans im Mai dieses Jahres machen. In St. Pierre und in deren Nachbarschaft wurden

die silbernen Gegenstände förmlich geschwärzt durch den großen Schwefelwasserstoffgehalt der Atmosphäre.

Derartige Vorbotenerscheinungen brauchen durchaus nicht immer aufzutreten. Der Paroxysmus des Vulkans kann sich

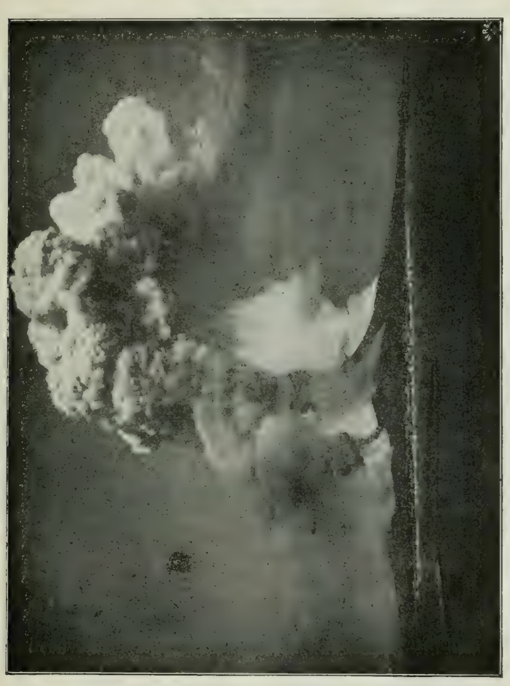


Abb. 18: Die Dampf- und Aschenpinie am Vesuv beim Ausbruch im April 1872.

ganz unerwarteter Weise vollziehen, und zwar geschieht dies meist in um so heftigerer Tonart, je länger und größer die vorhergegangene Ruhepause des Berges gewesen ist. Dumpfes Grollen und Brüllen, das aus dem Innersten des von gewaltigen Beben

und Zuckungen erschütterten Berges kommt, ertönt, und mit ungeheurer Geschwindigkeit schießt aus dem Krater eine riesige Dampf- und Aschenwolke heraus, bald heller, bald dunkler gefärbt und gewaltigen Baumwollenballen, die im Aufsteigen übereinander rollen, vergleichbar, die sich nach obenhin rasch fächer- oder schirmförmig erweitert. Mit den sich ausbreitenden Zweigen einer Riesenpinie hat der jüngere Plinius diese Er-



Abb. 19: Die Dampf- und Aschenpinie am Vesuv beim Ausbruch im April 1906. Nach einer Photographie.

scheinung verglichen, wie wir sahen, und nach diesem treffenden Vergleich wird sie auch heute noch als Dampf- und Aschenpinie bezeichnet. Je nach der Stärke der stattfindenden Explosionen im Vulkankrater kann diese Dampf- und Aschenpinie in sehr beträchtliche Höhen hinaufgeschleudert werden. Die Aschensäule bei dem Ausbruch des Krakatau auf den Sundainseln im Jahre 1883 soll bis zu 11000 Meter, nach Anderen sogar bis zu 30000 Meter in die Lüfte aufgestiegen sein, und bis zu 13000 Meter diejenige des Tarawera auf Neuseeland

bei seiner Eruption von 1886. De Lorenzo schätzt die Höhe, bis zu welcher die Aschen- und Dampfwolken beim Ausbruch des Vesuv im April 1906 hinaufgetragen wurden, auf 21 bis 22000 Fuß und noch mehr! Unter fortwährenden heftigen Explosionen werden Gasballen um Gasballen, geschwängert von feinen, aber auch von Auswurfsmassen größerer Dimensionen herausgeschleudert. Der feinste Aschenstaub steigt begreiflicherweise am höchsten und wird dann in den großen Höhen nicht selten von den Oberströmungen der Atmosphäre erfaßt und von diesen weit fortgetragen. So sind die feinsten, vom Krakatau aus dem Erdinnern geförderten Aschenteilchen zweimal um die ganze Erde geführt worden, und die älteren unserer Leser werden sich genau noch der eigentümlichen Dämmerungserscheinungen erinnern, welche im Jahre 1883 dadurch hervorgerufen worden sind. Das von Aschenregen aus dieser Eruption betroffene Areal wird auf 750000 Quadratkilometer geschätzt. Im weiten Umkreis um die Eruptionsstelle werden also Festland und Ozean von den ausgeschleuderten Aschen und anderen losen Auswurfsmassen bedeckt. Beim Ausbruch des Vesuv im Jahre 512 wurde die Asche bis Konstantinopel hingeführt und fiel auch in Nordafrika nieder; hier sind von Eruptionen des Aetna herrührende Aschenregen schon häufiger beobachtet worden. Im Jahre 1875 erlebte Stockholm das Schauspiel einer solchen Erscheinung, die auf die gleichzeitige Eruption des 1900 Kilometer davon gelegenen isländischen Feuerberges Askja zurückzuführen war. Asche von der Eruption des Vesuv im Jahre 1906 ist von den Luftströmungen bis an die Ufer der Ostsee getragen worden, hat also einen Weg von 1500 Kilometer zurückgelegt, und durch die Untersuchungen von R. Brauns ist unzweifelhaft festgestellt worden, daß sie wirklich vom Vesuv stammte.

Ganz ungeheuer groß ist zuweilen die Menge der geförderten Aschenmassen bei manchen vulkanischen Eruptionen. An 18 Kubikkilometer Asche und andere Materialien hat der Krakatau anläßlich seines erwähnten Paroxysmus im Jahre 1873 in die Lüfte gewirbelt, von denen etwa 12 Kubikkilometer in einem Umkreis von 12 Kilometer um den Vulkan niederfielen und hier den Boden, resp. das Meer mit einer 0,20 bis 0,40 Meter starken Schicht bedeckten. In der Nähe des Krakatau schwamm eine aus Bimssteinen bestehende, 30 Kilometer lange

und über 1 Kilometer breite, 3—4 Meter mächtige Barre umher, welche die Einfahrt zur Campong-Bay abschloß. Wenn die Schätzungen Junghuhns über die vom Timboro (auch Tambora geschrieben), auf der Insel Sumbawa (Sunda-Inseln) bei seiner denkwürdigen Eruption vom April 1815 herausgeschleuderten Auswurfsmaterialien richtig sind, so müssen die Leistungen des Krakatau weit dagegen zurückstehen. Bei diesem Paroxysmus, einem der schrecklichsten und großartigsten, von denen die Geschichte der Vulkane überhaupt zu erzählen weiß, sollen an 150 Kubikkilometer loser Massen ausgeschleudert worden sein — nach Anderen sogar an 300 Kubikkilometer! Mercalli hat berechnet, daß 5 derartige Eruptionen genügen würden, um einen Berg, größer als der Ätna, aufzutürmen. 12 000 Menschen kamen auf der Insel Sumbawa allein durch den Aschenregen um, und auf der mehr als 120 Kilometer davon entfernten Insel Combock erlitten 40 000 weitere den Hungertod, weil die 60 Centimeter mächtige Aschenschicht, wovon dieses Eiland bedeckt wurde, die ganze Ernte vernichtet hatte. Das Gedächtnis an diese „Schreckensnacht der Aschen" ist heute auf den Sundainseln noch lebendig. Auch die vom Coseguina in Nikaragua geleistete Arbeit übertrifft diejenige des Krakatau um ein bedeutendes. Bei seinem Ausbruch im Januar 1835 hat der erstgenannte Vulkan 50 Kubikkilometer Aschenmaterial geliefert.

Es ist bereits auf Seite 7 bemerkt worden, daß die aus der im Vulkanschlot aufsteigenden Magmasäule entweichenden und dieser voraneilenden Gasmassen dem Glutbrei eine große Menge seiner Teilchen entführen, dieselben mit sich in die Lüfte hinauftreiben, um sie dann in erkaltetem Zustande in der Nähe der Krateröffnung niederfallen zu lassen. Bei so gewaltigen Paroxysmen, wie den eben erwähnten, wird wohl ohne Zweifel ein Teil der geförderten Aschenmassen auf Rechnung dieses Umstandes zu setzen sein. Aber nur ein Teil davon, und immerhin wohl nur der geringere Teil. Wenn nach längerer Ruhepause die unterirdischen Kräfte wieder rege werden, so müssen sie den Vulkanschlot meist durch erstarrte Laven verstopft finden. Die sich einen Ausweg suchenden Gase finden ihren Ausbruchskanal daher versperrt und werden genötigt, den sich ihnen entgegenstellenden Widerstand zu brechen. Je stärker dieser letztere ist, umso heftiger wird daher auch die Explosion sein müssen, welche den eingeschlossenen flüchtigen Massen zum Durchbruch

verhilft, und das hat zur Folge, daß dann ein größeres oder geringeres Stück des Berges weggesprengt und in Milliarden und Milliarden von Teilen und Teilchen zermalmt und zerstäubt wird, die wohl den hauptsächlichsten Anteil an den bei solchen Paroxysmen niedergehenden Aschenregen haben. Es ist übrigens eine verbürgte Tatsache, daß bei derartigen Explosionen auch größere Gesteinsbrocken weithinaus geworfen werden können. So hat der Cotopaxi große Blöcke 13 Kilometer weit geschleudert, der Vesuv hat im Jahre 1779 umfangreichere Gesteinsbrocken bis zu 3000 Meter Höhe in die Luft geworfen, und der Ätna sendet zuweilen beträchtliche Bomben an 2000 Meter hoch hinauf. Der schon erwähnte Timboro hat bei seinem Ausbruch von 1815 über 1200 Meter Höhe verloren; vor der Eruption war er ungefähr 4000 Meter hoch, nach derselben weniger als 2700 Meter. Seit einem Jahrtausend etwa war der Vulkan Bandai-San, ein 1840 Meter hoher Kegelberg im NO der japanischen Insel Nippon erloschen, als er am 15. Juli 1888 einen gewaltigen Ausbruch erlebte, bei dem er etwa 6—700 Meter an Höhe verlor. Das Volumen des durch die Explosion weggesprengten Berges hat etwa 1 Kubikkilometer ausgemacht, und an Stelle des vormaligen Kraters wurde ein gewaltiger Explosionstrichter von 3000 Meter Länge, 2000 Meter Breite und 200 Meter Tiefe ausgeblasen.

Bei solchen vulkanischen Explosionen fliegt wohl nicht immer der ganze abgeschossene Teil des Vulkanberges in die Lüfte. Es mag sehr oft vorkommen, daß bei derartigen Anlässen ein Teil des losgesprengten Bergstückes auch in die Tiefe versinkt. Beim Paroxysmus des Krakatau dürfte das sehr wahrscheinlich der Fall gewesen sein, denn selbst die gewaltige Masse von 18 Kubikkilometer Auswurfsmaterial, welche dieser Feuerberg auf seine Umgebung in weitem Umkreis ausgeschleudert hat, genügt nicht, um den dabei ausgeblasenen Riesenkrater von 35 Quadratkilometer Flächeninhalt auszufüllen, ganz abgesehen von anderen Umständen, nach denen ein solcher Zusammensturz in die Tiefe stattgefunden haben muß. Auch an den Vulkanen der Liparischen Inseln hat Bergeat solche Bruchfelder, Zonen des Einsturzes im alten Vulkangebäude beim Wiedererwachen der Tätigkeit an dieser Stelle, nachweisen können.

Nun bestehen die Dampf- und Aschenpinien nicht nur aus losen Auswurfsmaterialien. Aus der Bezeichnung Dampf- und

Aschenpinie geht ja deutlich hervor, daß neben Aschen, Lapilli und Bomben noch Gase und Dämpfe an ihrer Zusammensetzung teilhaben, und zwar in ganz hervorragender Weise. In erster Linie kommt hier der Wasserdampf in Betracht, der bei allen vulkanischen Vorgängen von allergrößter Bedeutung ist und in ungeheueren Mengen aus dem Vulkanschlot ausgestoßen wird. Der amerikanische Gelehrte Heilprin, der am 30. August 1902 Augenzeuge eines der Paroxysmen der Montagne Pelée auf Martinique gewesen ist, hat berechnet, daß während dieses Ausbruchs in jeder Zeiteinheit mehr Wasserdampf aus dem Vulkan gefördert wurde, als aus allen Dampfmaschinen der Erde zusammen im gleichen Zeitraume.

Der Wasserdampf ist nun mit positiver Elektrizität geladen, während die Aschenteilchen negativ elektrisch sind. Daher müssen ständige elektrische Entladungen stattfinden, was besonders in der Mitte der Aschensäule der Fall ist, da, wo die aufsteigenden Dampfpartikelchen mit den niederfallenden Aschenteilchen in Berührung kommen. So entstehen vulkanische Gewitter; die Dampf- und Aschenpinie wird von grellen Blitzen durchzuckt, und zuweilen sind auch größere Wassergüsse dabei beobachtet worden, wie das beispielsweise bei dem schrecklichen Ausbruch des Vesuv im Dezember 1631 der Fall gewesen ist. Wenn sich diese Wassermassen mit den Aschen, Sanden und Lapilli zu einem zähen Brei vermischen, dann werden die gefürchteten Schlammströme hervorgebracht, die mit Sturmeseile an den Gehängen des Berges herabsausen und alles, was sich ihnen entgegenstellt, zusammenreißen und unter sich begraben. Auch bei der Vesuveruption von 79 n Chr. dürften ähnliche Erscheinungen aufgetreten sein, denn unter einem solchen Schlammstrome, der im Verlauf der Jahrhunderte zu einer steinigen Masse erhärtet wurde, liegt die Stadt Herkulaneum begraben. Die vielfach verbreitete Ansicht, ihre Zerstörung sei das Werk eines Lavastroms gewesen, ist irrig; die Laven, die heute über der Herkulesstadt liegen, sind erst nachher darüber geflossen. Bei hohen Vulkanen, deren Gipfel von ewigem Eis und Schnee umhüllt ist, schmilzt diese Eis- und Schneekappe teilweise während des Paroxysmus oder auch schon kurze Zeit vor demselben infolge der großen durch die aus dem Krater austretenden Dampf- und Gasmengen erzeugten Wärme. Die so entstandenen Schmelzwasser reißen die losen Auswurfsmassen der Kraterböschung mit

sich und bilden dann gleichfalls gewaltige Schlammströme, die von der verheerendsten Wirkung sind. So unter anderem bei den Vulkanen Ecuadors! Ungeheuren Muhren unserer Alpen gleich, sagt Hans Meyer, wälzen sich diese Avenidas an den Flanken der Berge herab und breiten sich nach ihrem Austritt in die Ebene zu riesigen Trümmerfeldern aus. Beim Ausbruch des Cotopaxi am 26. Juni 1877 haben derartige Avenidas über ein halbes Hundert Häuser der Stadt Latacunga, sowie einige Steinbrücken weggerissen, zahlreiche Menschen getötet und ungeheuren sonstigen Schaden angerichtet. W. Reiß hat diesen Vorgang in den folgenden beredten, auch von Hans Meyer in seinem schönen Werk über die Hoch-Anden von Ecuador angezogenen Worten geschildert: „Mit dumpfem Brausen, fast mit fernem Donner ähnlichem Getöse wälzen sich die mit vulkanischer Asche, Gesteinstrümmern, glühenden Lavablöcken und großen Eismassen vermischten Gewässer am Abhang herab. An den unteren Gehängen drängen sie sich in den dort eingeschnittenen Schluchten zusammen, dieselbe bis zu Höhen von 60 und 100 Meter erfüllend, über die Seitenwände sich ergießend und auf den Abhängen Schutthügel bis zu 20 und 30 Metern absetzend. Am Fuß des Berges aber, wo die Wasserläufe in dem flachen Land nur sehr wenig eingeschnitten sind, überschreiten sie die Talbetten und dehnen sich als wilde Schlammfluten über das Land aus, alles vernichtend und zerstörend. Häuser, Haciendas, Fabriken, Menschen und Vieh mit sich fortreißend, bildeten 1877 die Schlammfluten zwischen Mulalo und Latacunga einen weiten See von ungefähr 28 Kilometer Länge und 1,6 Kilometer Breite, in dessen ganzer Ausdehnung das Land nach Ablauf der Gewässer ca. 1 Meter hoch mit Schlamm, Schutt und Detritus bedeckt war. Alle Straßen wurden zerstört, alle Brücken weggerissen; in der Umgegend von Latacunga berechnete man den Verlust an Menschenleben auf ca. 300 Personen, obgleich der Ausbruch am Tage erfolgte, und viele sich retten konnten. Mit einer Geschwindigkeit von etwa 10 Meter in der Sekunde brausten die Fluten dahin. 3 Stunden nach seinem Eintreffne in Mulalo zerstörte der Schlammstrom bereits die 15 geogr. Meilen entfernte Brücke über den Rio Pastaza am Fuße des Tunguragua; er erhob sich dort 100 Meter hoch in dem 12 Meter breiten Flußbett. Ähnlich einem Lavastrom, seitlich wie von einer Mauer oder einem hohen Damm begrenzt, bewegten

sich die Schlammassen vorwärts; sie überstürzten sich wie hohe Mauern, die sich fortwährend nach vorn überschlugen. Nach P. Sodiros Berechnungen muß man annehmen, daß ungefähr zwischen 44 und 45 Millionen Kubikmeter Gesteinsmassen und ebensoviel Eis von der West- und Südwestseite des Cotopaxi in Zeit von wenigen Stunden herabgeführt worden sind.

Großartige elektrische Entladungen sind bei den Ausbrüchen der Montagne Pelée auf Martinique im Jahre 1902 in die Erscheinung getreten. Heilprin, welcher das Glück hatte, einem solchen Vorgang am 30. August des ebengenannten Jahres beiwohnen zu können, beschreibt dieses Schauspiel als ein wahres Feuerwerk von Blitzen und Funken, das die aus dem Krater des Vulkans hervorschießenden Wolken nach allen Richtungen hin durchzuckte. Von manchen anderen Feuerbergen ist gleiches bekannt, so vom Coseguina, vom Krakatau, auch von Vulcano, wo Mercalli an einem einzigen Tage, dem 14. Februar 1889, 16, von heftigen und wiederholten elektrischen Entladungen begleitete Explosionen beobachtet hat. Nach den Untersuchungen von Palmieri treten diese vulkanischen Gewitter besonders gegen den Schluß der jeweiligen Eruptionen auf, weil alsdann der Aschenregen am stärksten zu sein pflegt. Den vulkanischen Gewittern ist der gänzliche Mangel an Hagelschlägen eigentümlich, ein besonderes Unterscheidungsmerkmal gegenüber den gewöhnlichen Gewittererscheinungen unserer Erde.

Das Vorkommen von Flammen, wohl auf brennende Wasserstoffgase zurückzuführen, bei manchen vulkanischen Paroxysmen steht heute unzweifelhaft fest. Mit solchen brennenden Gasmassen hat der irrtümlich für vulkanische Feuer gehaltene Widerschein, welchen die im Vulkanschlot aufsteigende Lavasäule in der darüber schwebenden Dampf- und Aschensäule sehr oft hervorruft, nichts gemein.

Alle diese geschilderten Vorgänge werden von mächtigem Lärm und Getöse begleitet, die entweder ununterbrochen oder auch in Intervallen auftreten und sehr oft in größeren Entfernungen vom Eruptionsherde besser und viel deutlicher vernommen werden, als in dessen unmittelbarer Nähe, weil sich die Schallwellen nicht durch die Luft, sondern durch den Erdboden hindurch fortpflanzen. Bis auf 7—800 Kilometer vom Ausbruchsort hin lassen sich manchmal der Donner und das Gebrüll eines tollgewordenen Vulkans wahrnehmen, ja, sogar

auf noch viel beträchtlichere Entfernungen hin! Das Toben der Krakatau hat man an 3600 Kilometer davon belegenen Orten gehört, dasjenige des Timboro bis auf 1666 Kilometer hin, also auf Entfernungen, die etwa dem Abstand des Vesuv vom Nordcap, oder dieses Feuerberges von London entsprechen würden. In dem 800 Kilometer von Martinique entfernten Maracaibo ertönten am Morgen des Himmelfahrtstages 1902



Abb. 20: Die durch Aschenregen beim Ausbruch des Vesuv im April 1906 zerstörte Stadt Ottajano am NO. Abhange des genannten Vulkans. Nach einer Photographie.

schreckliche Detonationen, ein Lärm viel größer, als wenn sämtliche Geschütze Venezuelas auf einmal abgefeuert worden wären, „kein Gewitterdonnern, noch das unheimliche, Erbeben begleitende unterirdische Geräusch, sondern wie wenn gewaltige Explosionen hoch oben in den Wolken stattfänden." Es war der Paroxysmus der Montagne Pelée am 8. Mai, der sich so bemerkbar machte. Es ist sogar schon die Behauptung ausgesprochen worden, daß sich die durch das Donnern und Poltern des Krakatau bei seiner schon des öfteren erwähnten Eruption von

1883 erzeugten Schallwellen bis zu seinen Antipoden fortgepflanzt hätten. Man will dieselben auf den südlich von der Insel Cuba belegenen Caiman-Inseln wahrgenommen haben. Ihr Weg soll durch die Erde hindurch, nicht um diese herum, gegangen sein!

Schon weiter oben haben wir anläßlich der Erwähnung des Timboro-Ausbruches von 1815 gesehen, wie verhängnisvoll für die Umgebung eines im Paroxysmus befindlichen Vulkans seine Aschenregen werden können. Wir hätten nicht einmal so weit gehen brauchen, bietet uns doch die Geschichte der Vesuveruption von 1906 ein gutes Beispiel dafür! Sollen wir an die unglücklichen Städte Ottajano und San Giuseppe erinnern, die von der Last der niederfallenden Aschenmassen förmlich erdrückt worden sind, und an die hunderte von Menschenleben, welche dabei verloren gingen? Und doch, so eindrucksvoll auf das menschliche Gemüt solche Vorgänge auch sein mögen, sie werden in ihrer Wirkung noch weit übertroffen durch die gräßliche Zerstörungsarbeit, welche eine andere Abart von Dampf- und Aschenwolken geleistet hat, die wir nunmehr noch kenneu lernen wollen, durch die Glutwolken, welche die Montagne Pelée im Jahre 1902 auf das unglückliche St. Pierre, das Handelsemporium von Martinique, geschleudert hat. St. Pierre ist eine blühende, etwa 6 Kilometer in der Luftweite vom Vulkan gelegene Stadt gewesen, die es durch den Export des auf Martinique erzeugten Zuckers und Rum zu großer Wohlhabenheit gebracht hatte, mit gut gebauten steinernen Häusern, schön angelegten Straßen und freien Plätzen, und mit vielen massiven öffentlichen Gebäuden, so der Kathedrale, dem Bischofspalast, der Bank, dem Rathaus, Justizpalast, Theater, usf.; sie dehnte sich längs des Meeresufers aus, umgeben von großen Gärten und Pflanzungen, in denen eine üppige Vegetation entfaltet war. Kurz vor seiner Vernichtung beherbegte St. Pierre laut den genauen Ergebnissen einer Volkszählung 26011 Einwohner, und 4620 Menschen der noch näher an der Montagne Pelée erbaute Ort Le Précheur.

Vor seiner letzten Eruption besaß der genannte Berg eine Höhe von 1351 Meter bei einem Flächeninhalt von 120 Quadratkilometer; in den Jahren 1792 und 1851 hatte er verhältnismäßig geringfügige Ausbrüche erlitten. Bereits im Jahre 1889 konnte man in seinem Gipfelkrater eine stärkere Entwicklung

von Schwefelwasserstoffgasen beobachten, die zu Anfang des Jahres 1892 in Le Précheur sehr lästig wurden und sich auch bald darauf in St. Pierre selbst unangenehm bemerkbar machten. (Seite 38). Am 22. April brach das Fort de France, die Hauptstadt der Martinique, mit der Quadeloupe verbindende Kabel entzwei, und am folgenden Tage wurde Le Précheur von einem leichten Erdbeben betroffen. Dann stieg zwei Tage darauf eine etwa 5—600 Meter hohe Aschensäule aus dem Krater, welche den genannten Ort mit einem starken Aschenregen bedachte. Danach nahm sonderbarer Weise die Tätigkeit des Vulkans wieder ab, und zahlreiche Bewohner St. Pierres machten sogar einen Ausflug auf den Vulkan, um die Vorgänge im Krater zu beobachten, wo eben ein kleiner Aschenkegel in Bildung begriffen war. Aber bereits wieder am 28. April ertönte starkes Donnern aus dem Innern des Berges, dessen Leistungen bedeutend anwuchsen, während aus dem Krater dunkle, von Blitzen durchzuckte Aschenwolken aufstiegen. Trotz alledem wurde die Bevölkerung kaum beunruhigt, weil von offizieller Seite aus versichert wurde, die Sache hätte nicht viel auf sich, und der ganze Ausbruch würde nicht viel schlimmer verlaufen, wie derjenige von 1851. In der Nacht des 2. Mai ging ein starker Aschenregen auf St. Pierre nieder, und etwa die ganze Insel Martinique wurde von feinem Aschenstaub bedeckt. Auch diese Ereignisse übten keinerlei beängstigende Wirkungen auf die Bewohner aus, denn das alles hatte man ja auch schon 51 Jahre früher erlebt. Erst als in der Nacht vom 4. zum 5. Mai ein gewaltiger, siedend heißer Schlammstrom sich von den Flanken des Berges mit rasender Geschwindigkeit herabwälzte, ein Fabrikgebäude zerstörte und 25 Menschenleben zum Opfer forderte, erschienen die Vorgänge, die sich eben am Mont Pelé abspielten, den Einwohnern von St. Pierre doch in etwas bedenklicherem Lichte, zumal, als sich im Verlaufe der nächsten Tage diese Schlammströme wiederholten und zugleich mehrere Kabelbrüche gemeldet wurden. Die immer heftiger werdenden Aschenregen vernichteten die Vegetation von St. Pierre, und die Bäume fingen an, unter der Last der auf sie niederfallenden vulkanischen Auswurfsmassen zusammenzubrechen; feuriger Wiederschein stieg aus dem Krater empor, und große glutige Blöcke wurden daraus fortgeschleudert.

Nun erfaßte die Einwohner von St. Pierre doch eine ziem-

liche Panik, und verschiedene Leute verließen sogar die Stadt, deren letzte Nacht, vom 7. zum 8. Mai durch das dumpfe Grollen und Poltern des Berges erfüllt wurde, aus dessen Gipfel zuweilen feurige Blitze herausfuhren; heftige Wolkenbrüche fanden am Mont Pelé und dessen Umgebung statt, neue Schlammströme rasten an seinen Gehängen herunter und zerstörten einen Teil von Le Prêcheur.

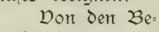


Abb. 21. a.

Ein klarer blauer Himmel jedoch strahlte am nächsten Morgen, am Himmelfahrtstage, dem 8. Mai 1902 über St. Pierre. Die Schrecken der vorhergegangenen Nacht waren wie weggewischt, und nur eine weiße Dampfwolke von vollendet regelmäßiger Gestalt stieg aus dem Scheitel des Unglücksberges hoch in die Lüfte auf und erinnerte noch an die jüngsten angsterfüllten Stunden. Da sollte sich des Vormittags um 8 Uhr 2 Min. etwas unerhört Gräßliches ereignen!



Abb. 21. b.



Von den Bewohnern von St. Pierre haben nur zwei den Untergang ihrer

Abb. 21 (a—f): Ausbruch einer Glutwolke aus dem Mont Pelé auf der Insel Martinique, am 16. Dezember 1902. Nach photographischen Aufnahmen von A. Lacroix. Die Glutwolke hat sich in ähnlicher Weise, wie diejenige vom 8. Mai in großer Schnelligkeit immer mehr entwickelt und hatte, als sie das Meer erreichte (e und f) eine Höhe von 4000 Meter.

Stadt überlebt, ein im Gefängnis befindlicher Neger Louis Cyparis und der Schuhmacher Léon Compère. Beide befanden sich im Augenblicke der Katastrophe an für die Beobachtung des Vorganges wenig günstig gelegenen Orten, der eine in seiner Zelle, der andere in seiner Wohnung, und über den allgemeinen Verlauf des Ereignisses haben sie nichts Wertvolles berichten können. Das, was wir davon wissen, beruht lediglich auf den Erzählungen der wenigen Augenzeugen, die sich gerade außerhalb der von der Glutwolke betroffenen Zone befunden haben, oder einiger Überlebender



Abb. 21. c.



Abb. 21. d.

von der Besatzung der bei diesem Anlaß vernichteten Schiffe auf der Rhede von St. Pierre. Alles Lebendige, das sich innerhalb des von der Glutwolke berührten Gebietes aufhielt, ist, bis auf die zwei ebengenannten Personen, zugrunde gegangen! Aus den Schilderungen der vorerwähnten Augenzeugen hat der französische Gelehrte Professor Lacroix, welchen



Abb. 21. e.

seine Regierung zwecks genauer Untersuchung der Dinge alsbald nach der Martinique entsandt hatte, den Verlauf der Dinge folgendermaßen feststellen können:

Unter gewaltigen Detonationen ist um die besagte Zeit urplötzlich eine gewaltige, wie wellenartig sich fortbewegende Wolke aus dem Gipfel des Vulkans hervorgeschossen, durchleuchtet von großartigen Blitzen; mit rasender Geschwindigkeit wälzte sich diese dann auf dem Erdboden dahin, bedeckte St. Pierre und gelangte erst bei der weiter südlich gelegenen Ortschaft Le Carbet zum Stehen. Vom Vulkan bis nach St. Pierre hin hat die Wolke nicht einmal eine Minute Zeit gebraucht, und mit einer Schnelligkeit von mehr als 150 Meter in der Sekunde stürzte sie sich auf die unglückliche Stadt. Ein ebenso rasch entstandener Gegenwind hemmte, wie soeben gesagt, beim Carbet die weitere Fortbewegung der Glutwolke und trieb sie auf St. Pierre zurück, um hier die Flammen der in



Abb. 21. f.

Brand geratenen Stadt noch um so mehr zu entfachen und das Unheil noch zu vergrößern. Als die Wolke sich etwas verzogen hatte, und es wieder heller geworden war, da bot sich den Augen der Verschontgebliebenen ein jammervoller Anblick dar: die schöne Stadt, welche sie noch einige kurze Minuten vorher in ihrem Glanze erschaut hatten, war in einen brennenden und rauchenden Trümmerhaufen verwandelt worden; nichts Lebendiges war mehr darin zu erblicken. An Stelle der vielen festlich geschmückten Menschen, die noch einige Augenblicke vorher sich anschickten, das Fest der Himmelfahrt des Heilands in freudiger Stimmung zu begehen, in um so freudigerer, als die unheimlichen Gewalten des Berges in der Nacht zuvor ihre Kräfte erschöpft zu haben schienen, lagen tausende verkohlter und versengter Leichen umher, und Totenstille herrschte in dem sonst so rührigen und lauten St. Pierre. Alles in dem weiten Umkreise von 58 Quadratkilometer war von einem dichten Leichentuche grauer Asche bedeckt; in den Straßen und Ruinen der Stadt dampften heiße Schlammassen, untermischt mit größeren und kleineren Gesteinsbrocken, welche die Glutwolke im Vorüberziehen darauf ausgeschüttet hatte. Das Meer war in heftigen Aufwallung, und eine große barometrische Depression hatte platzgegriffen.

Mit einer Katze, welche die Maus beschleicht, hat man die Glutwolke des Mont Pelé verglichen, der so innerhalb weniger Minuten 28000 Lebendige zum Opfer gefallen sind, eine menschliche Hekatombe, sagt Lacroix, wie sie wohl nur selten in so kurzer Zeit zustande gekommen sein dürfte. Es ist hier nicht der Ort, den ganzen Vorgang eingehend zu schildern, aber wir können es uns doch nicht versagen, wenigstens einen kurzen Bericht eines Augenzeugen mitzuteilen, der besser als viele Worte dazu geeignet ist, einigermaßen den Eindruck, den das unheimliche Schauspiel bei der Handvoll Überlebender hervorgerufen haben muß, wiederzugeben.

Ein in Bordeaux beheimatetes und von dort regelmäßige Fahrten nach der Martinique ausführendes Segelschiff, die Marie-Helene, war am Himmelfahrtstage gegen 8 Uhr des Morgens eben im Begriffe, in den Hafen von St. Pierre einzulaufen und der Kapitän, ein alter Seemann, der das Fahrzeug schon jahrelang führte, befand sich an Deck. Da schaute er plötzlich etwas für ihn Unbegreifliches und völlig Unfaßbares. Von namenloser Angst erfüllt, ruft er einen nahestehenden Matrosen

herbei, zeigt auf die Stadt und fragt ihn: „Was siehst du dort?“ Dieser war selbst von so ungeheurem Schrecken erfaßt, daß er nur die Worte hervorstammeln konnte: „Ich sehe nichts, Kapitän!“ Denn wie sollte der Mann einen Ausdruck für das grausige Schauspiel gefunden haben, das sich soeben vor seinen Augen vollzogen hatte? Nun wiederholt der Kapitän seine Frage: „Aber Mann du siehst doch etwas! Sag mir, was geht denn da drüben vor?“ „Ich weiß es wirklich nicht, Kapitän!“ Da schlägt der Ärmste die Hände vor den Kopf und bricht in den Verzweiflungsschrei aus: „Zum Donnerwetter, bin ich denn verrückt geworden?“

Die Glutwolke des 8. Mai ist nicht die einzige geblieben; am 20. Mai schoß der Vulkan abermals ein derartiges Ungeheuer heraus, das demjenigen vom Himmelfahrtstage durchaus gleichartig war und ebenfalls wieder St. Pierre heimsuchte, hier das Zerstörungswerk seines Vorgängers vollends vollendend. Dann hat sich die Erscheinung mit wechselnder Heftigkeit mehrfach im Laufe des Jahres 1902 wiederholt, bald diesen, bald jenen Teil von der Umgebung des Vulkans in Mitleidenschaft ziehend. Lacroix, der mittlerweile auf der Martinique angekommen war, hat diese Vorgänge mehrfach in sehr eingehender Weise beobachtet und berichtet, daß die Glutwolke im Augenblick ihres Heraustritts aus dem Berge einer kompakten und wenig umfangreichen Masse glich, die sich aber sofort mächtig ausdehnte und eine blumenkohlartige oder hirnförmige Gestaltung annahm, dabei von tiefen Furchen durchzogen erschien, die immer größer und größer wurden. Wenn die Wolke hell beleuchtet war, zeigte sie eine dunkelgraue, etwas ins Rötliche spielende Färbung; des Abends war sie schwarz, zuweilen glutrot in der Nacht. Alsbald nach ihrem Austritt sauste die Wolke am Bergabhang nieder und folgte hier dem tiefeingeschnittenen Tale der Rivière-Blanche bis zum Meere hin. Die Plötzlichkeit im Erscheinen und in der Ausdehnung der Glutwolken, ebenso die Geschwindigkeit ihrer Bewegung haben bei den Bewohnern der Martinique den Eindruck hervorgerufen, als ob der Berg sich öffnen und durch und durch gespalten würde. Die blumenkohlartigen Ballen der Glutwolken rollten fortwährend und mit großer Schnelligkeit durch- und übereinander hin, sich dabei ständig vergrößernd und ausdehnend, so daß der Umfang des Gebildes immer mehr zunahm, je weiter es vorwärtseilte, um alsbald eine zuweilen

an 4000 Meter hohe Wolkenmauer darzustellen, die in einer nur vom Zuschauer in ihrer ganzen Größe und ihrem ganzen Schrecken erfaßbaren Majestät dahinzog. (Abb. 21.)

Über die Natur dieser ungewöhnlichen vulkanischen Erscheinungen ist man sich längere Zeit hindurch etwas im Unklaren gewesen, und allerhand Vermutungen über die mögliche Zusammensetzung der Glutwolken sind laut geworden. Um die Sache ganz zu verstehen, muß man zuvor über einen anderen Vorgang unterrichtet sein, welcher die Eruption des Mont Pelé begleitet hat und für die Entstehung der Glutwolken ausschlaggebend gewesen ist, ein Vorgang, dessen Schilderung eigentlich erst in das nächstfolgende Kapitel gehört, den wir aber aus den soeben angeführten Gründen schon jetzt hier berühren wollen. Im Vulkanschlot des Pelé war nämlich eine Säule äußerst zähflüssigen Gesteinsbreies im Aufsteigen begriffen, die aus dem Krater hervorgepreßt wurde wie die Pasta aus einer Tube, zuweilen eine glühende, nadelförmige Masse darstellte und an 250 Meter über den Kraterrand sich erhob, die Felsnadel des Mont Pelé. Die in dieser schwamm- resp. teigförmigen Masse eingekerkerten Gase und Dämpfe mußten sich in dem Augenblicke, wo sich ihnen an irgend einer schwächeren Stelle der Magmasäule die Gelegenheit dazu bot, mit nicht zu beschreibender Gewalt freimachen. Da sich diese Stelle sehr wahrscheinlich an der noch im Krater steckenden Basis des sehr widerstandsfähigen und sehr zähen Lavapfropfens befand, so wurden die explodierenden Gas- und Dampfmassen nicht aus der Kratermündung selbst, sondern seitlich aus dem Berge herausgeschossen; diese Mischung überhitzten Wasserdampfes und glühender Auswurfsmaterialien war von so bedeutender Schwere, daß sie sich nicht oder nur zum geringen Teil in die Atmosphäre hinauf bewegen konnte, sondern von ihrem eigenen Gewicht am Erdboden festgehalten wurde und talabwärts rollen mußte. Die Temperatur der Glutwolken ist eine sehr hohe gewesen; nach den auf sehr sorgfältigen Beobachtungen fußenden Berechnungen von Lacroix betrug sie in dem Augenblick, in dem die Glutwolken aus dem Berge heraustraten, über 1000° C.

Eruptionen von dieser soeben geschilderten Art hat Lacroix als solche vom Pelé-Typus bezeichnet und zugleich daran erinnert, daß ähnliche Erscheinungen sich auch schon früher anläßlich der Ausbrüche anderer Vulkane gezeigt haben, wenn auch



Abb. 22: Die Felsennadel des Mont Pelé auf Martinique am 8. März 1903. Nach einer Photographie von A. Lacroix. a) von Norden aus gesehen.

nicht immer mit allen Eigenschaften der Glutwolken der Montagne Pelée. Beim Paroxysmus der Soufrière auf St. Vincent am 7. und 18. Mai 1902 sind gleichfalls Glutwolken ent-



b) von Süden aus gesehen.

standen, die jedoch in der Art ihres Austritts aus dem Vulkanschlot wesentliche Verschiedenheiten mit dem der Pelé-Wolken gezeigt haben. Das seitliche Herausgeschossenwerden dieser überhitzten Dampf- und Aschenmassen hat hier gefehlt oder war

vielmehr nur ein scheinbares. Dagegen dürfte nach Lacroix kein Zweifel darüber sein, daß die jeweils am 1. Mai der Jahre 1580 und 1880 auf der kleinen Insel San Jorge (Azoren) stattgefundenen Eruptionen denen des Pelé durchaus identische Glutwolken ausgesandt haben. Vielleicht dürfte ähnliches sich auch beim Paroxysmus des Bandai San in Japan am 15. Juli 1888 zugetragen haben, und ebenso bei den Ausbrüchen verschiedener Vulkane Javas, so des Seméron (1885) und des Tengguer.

Wir möchten diese Auseinandersetzungen über die verhängnisvollen Wirkungen der von den Feuerbergen unserer Erde ausgeschleuderten Aschenwolken und Aschenregeu doch nicht beschließen, ohne noch vorher in wenigen Worten darauf hingewiesen zu haben, daß diese Erscheinungen jedenfalls einmal, soweit die Geschichte reicht, auch etwas Gutes zeitigten. Freilich nicht für die Unglücklichen, welche dabei ums Leben gekommen sind, oder deren Habe und Gut bei diesem Anlaß vernichtet wurden, sondern für die Nachwelt. Wir meinen den Untergang Pompejis im Jahre 79 n. Chr. Wir bedauern die armen Pompejaner, aber „mit der Selbstsucht des Lebenden" freuen wir uns des Zerstörungswerkes des Vesuv, und wir können mit August Mau nur beklagen, daß der Feuerberg dieses nicht etwas vollständiger getan hat, um antike Ausgrabungen, und vor allem auch, um die Zerstörung der oberen Teile der Gebäude zu verhindern. „Unmittelbar und über die Jahrhunderte hinweg können wir hier einen Blick in eine fast unberührt gebliebene antike römische Stadt tun; dort hat die Asche des Vesuv die Stadt im allgemeinen so aufbewahrt, wie sie die Pompejaner beim Ausbruch des Vesuv verlassen haben, dort reden die Straßen und Plätze, die Tempel und Häuser eine Sprache, die von jedem, der nur einigermaßen für die Auffassung des Altertums Verständnis hat, verstanden werden muß. Und wie sehr durch eine solche unmittelbare Anschauung unsere Kenntnis vom Altertum gefördert werden muß, leuchtet ohne weiteres ein." „In Pompeji", hat Eduard von Mayer jüngst gesagt, „erwacht für uns ein Spätsommertag der offenherzigen alten Welt."

Dritter Abschnitt.

Die Laven. Die Mineralbestandteile der Laven. Wesentliche und accessorische Mineralien. Struktur. Saure, neutrale und basische Laven. Blutsverwandtschaft der Laven. Petrographische Provinzen. Gipfel- und Seiteneruptionen. Temperatur der Laven. Äußere Erscheinungsformen der Laven. Homogene Vulkane. Quellkuppen. Geschwindigkeit eines fließenden Lavastromes. Verhalten des Lavastromes vom Vesuv im April 1906, nach Michael. Die Vesuvlava von 1872, nach Heim. Die Ätnalava von 1865. Größe und Umfang der Lavaströme. Lavatunnels und Lavagrotten. Schlackenschornsteine. Fumarolen. Die Mineralbildner. Lakkolithe. Tiefengesteine und Ergußgesteine. Säulenförmige Absonderung gewisser Laven. Vulkanische Strandmarken. Verschiedene Abarten der Eruptionstätigkeit auf der festen Erdoberfläche. Unterseeische Eruptionen.

Einen der allerwichtigsten Vorgänge bei den meisten vulkanischen Eruptionen haben wir bislang noch nicht berührt, den Austritt des glutflüssigen Gesteinsbreies oder der Laven. Man kann sogar sagen, daß dieser letztere bei der Mehrzahl der vulkanischen Paroxysmen eigentlich die Hauptsache, den Kernpunkt des Schauspiels darstellt, während die im Vorstehenden geschilderten Erscheinungen nur dessen Vorläufer sind. Wir haben die Lava als einen glutflüssigen Gesteinsbrei bezeichnet, und dieser kann je nach den ihn beeinflussenden Umständen eine sehr wechselnde Zusammensetzung besitzen, die später dann dem erhärteten Gestein seinen bestimmten Charakter verleiht. Alle Gesteine unserer Erde, welche einmal in solchem glutflüssigen Zustand aus einem Vulkanschlot ausgetreten sind, einerlei, ob dieser noch besteht, oder ob er längst den die Erdoberfläche ständig umwandelnden Kräften zum Opfer fallen mußte, sind im geologischen Sinne Laven, nicht nur dasjenige glutige Magma, welches von den tätigen Feuerbergen ausgestoßen wird. Von der großen Anzahl bekannter Mineralien sind es nun verhältnismäßig wenige, die an der Zusammensetzung der Laven teilnehmen. So der Quarz und andere Abarten der Kieselsäure, dann Metalloxyde, wie Magneteisen, Eisenglanz, Korund und Rutil. Die wichtigsten Bestandteile der Laven sind jedoch die Verbindungen der Kieselsäure mit anderen Stoffen, als mit Tonerde, Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisen und anderen in sehr verschiedenen Mengenverhältnissen, die Silikate, zu denen der Olivin, der Zirkon, der Andalusit, die feldspatartigen Mineralien wie Leucit, Nephelin, Hauyn, Nosean usf., dann die Hornblenden (Amphibole) und Augite (Pyroxene), die Glimmermine-

ralien, der Turmalin, die Granaten usw. gehören. Diejenigen dieser Mineralien, welche notwendig sind, um einen bestimmten Gesteinstypus zu schaffen, bezeichnet man als wesentliche gegenüber den accessorischen oder unwesentlichen, die in der betreffenden Felsart vorhanden sein oder auch fehlen können, ohne deren Charakter zu ändern. Erläutern wir das an einem Beispiel, am Granit, der zwar an und für sich keine eigentliche Lava darstellt, wie wir später noch sehen werden, seiner Entstehung nach immerhin aber mit dem Laven innig verwandt ist. Der Granit wird von Mineralien der Feldspatgruppe, von Glimmer und von Quarz zusammengesetzt. Diese sind seine wesentlichen Gemengteile, denn wenn wir eines derselben aus dem Gestein ausschalten würden, so beispielsweise den Quarz, so hätten wir keinen Granit mehr vor uns, sondern ein Gestein aus der Familie des Syenits, die eben durch das fast völlige fehlen des Quarzes in ihrem Gesteinsteig ausgezeichnet ist. Findet sich dagegen im Granit noch mehr oder weniger Turmalin, wie das bei dem sogenannten Turmalingraniten der Fall ist, so würde dieses Mineral an der eigentlichen Zusammensetzung des Gesteins nichts ändern können. Denn letzteres würde immer, ob Turmalin vorhanden ist oder fehlt, ein Granit sein, ein inniges Gemenge der vorgenannten dazu nötigen wesentlichen Mineralien. Der Turmalin würde also hier lediglich nur ein unwesentliches Mineral des Granits darstellen.

Bei der Untersuchung der Laven der Gegenwart und der Vorwelt kommt nicht nur ihre mineralische Zusammensetzung in Betracht, sondern auch die Größe, Gestalt, Verteilung und Verbindungsweise der das Gestein bildenden Mineralien, ihre Struktur, ihr Gefüge. Der ebenerwähnte Granit besteht aus einer Anzahl im allgemeinen gleichgroßer Kristalle oder Kristallteilchen der uns bereits bekannten Mineralien. Seine Struktur ist daher eine körnige, und das Magma, aus dem er geworden ist, hatte, weil alle dafür notwendigen Umstände vorhanden waren, auf welche wir später noch zurückkommen werden, die Möglichkeit, bis auf den letzten Rest des Schmelzflusses auszukristallisieren. Je nachdem die einzelnen Mineralkörner des Granits gröber oder feiner sind, bezeichnet man die Struktur als grob-, mittel- oder feinkörnige, und das Gefüge kann sogar derartig feinkörnig werden, daß das Gestein bei der Betrachtung mit dem bloßen Auge als eine gleichartige (homogene)

Masse erscheint, und erst bei der Anwendung von optischen Hilfsmitteln als ein von unzähligen winzigen Mineralkörnchen zusammengesetztes Gemenge erkannt werden kann. Sind die zu einer gleichmäßigen und vollständigen Auskristallisierung aus dem magmatischen Schmelzfluß notwendigen Umstände nicht in so vollständigem Maße vorhanden gewesen, wie bei dem granitischen Gestein, so wird das Gefüge der betreffenden Felsart mehr oder weniger dicht. Entweder sind dann unter dem Mikroskop noch Anhäufungen von einzelnen Körnern und Schuppen zu erkennen, deren Natur als Feldspat, Glimmer, Quarz, Olivin usf. aber nicht mehr festzustellen ist, oder aber es fehlt fast jede Spur von aus dem Gesteinsteig auskristallisierten Mineralien, so daß dieser dann selbst bei Anwendung der stärksten Vergrößerung immer nur als eine gleichartige Masse erscheint, welche man als Glasbasis oder schlechtweg auch als Glas bezeichnet, wie denn auch diese Abart der dichten Struktur den Namen der glasigen führt. Wenn aus einer dichten Grundmasse einzelne Mineralien deutlich hervortreten, etwa wie die Korinthen in einem Puddingteig, dann ist die Struktur die porphyrische, porphyrartig dagegen, wenn diese Grundmasse körnig ist. Es kann nicht unsere Aufgabe hier sein, die verschiedenen Strukturarten aufzuzählen, ebensowenig wie es uns möglich ist, an dieser Stelle alle die in der Gestalt von Laven hervorgetretenen Gesteinsgruppen eingehender zu besprechen. Das sind Dinge, welche zur gesteinsbeschreibenden, zur petrographischen Geologie gehören, die im Laufe der Zeit zu einer selbständigen Wissenschaft ausgewachsen ist.

Auf Grund ihres größeren oder geringeren Gehalts an Kieselsäure kann man die Laven einteilen in saure, mit einem durchschnittlichen Gehalt von 65 $^0/_0$ dieser Substanz, und darüber, in neutrale, mit 52—65 $^0/_0$ Kieselsäure, und in basische, die weniger als 52 $^0/_0$ davon besitzen. Im allgemeinen hat sich gezeigt, daß die Laven eines und desselben vulkanischen Bezirks in ihrer chemischen Zusammensetzung eine gewisse Ähnlichkeit, eine Art von Familiencharakter aufweisen, welche ein amerikanischer Geologe, Iddings, Consanguinität, Blutsverwandtschaft genannt hat, eine Ähnlichkeit, die sich zuweilen sogar auf größere vulkanische Areale erstreckt, so daß man dann von petrographischen Provinzen reden kann. Ein besonders gutes Beispiel dafür auf europäischem Boden bietet

die petrographische Provinz des Vesuv, zu der alle übrigen tätigen und erloschenen Feuerschlünde der Umgebung von Neapel gehören. Die chemische Übereinstimmung der hier geförderten Materialien ist eine ganz unverkennbare. Wahrscheinlich finden im Erdinnern eigentümliche chemische Spaltungsvorgänge des Magmas statt, die dann je nachdem das Hervortreten saurerer oder basischerer Laven bedingen. In der petrographischen Provinz von Christiania sind nach den Untersuchungen des norwegischen Geologen Brögger die ältesten Laven basische gewesen; auf diese sind dann mehr und mehr saure Gesteine gefolgt, und zum Schluß kamen wiederum basische Laven zum Vorschein. Gleiche Verhältnisse konnten in dem Eruptivgebiete von Predazzo in Südtirol und noch an anderen Orten mehr beobachtet werden. Zur Erklärung dieser Dinge hat man eine Anzahl geistreicher Hypothesen aufgestellt, die von manchen Gelehrten angenommen, von anderen wiederum bekämpft worden sind, da es auch Eruptivgebiete gibt, in denen die eben erwähnte Aufeinanderfolge saurerer auf basische Laven, und dann wieder dieser auf die ersteren durchaus nicht erwiesen scheint. Im Gegenteil! Die Reihe der Laven beginnt mit saureren Gliedern, um dann mit basischeren zu enden.

Der Austritt der Lava aus dem Vulkan kann entweder aus dem Gipfelkrater selbst erfolgen — Gipfeleruptionen —, oder an den Gehängen des Feuerberges. Sehr oft ist nämlich der Mantel des letzteren nicht mehr imstande, dem gewaltigen Druck und Nachschub der im Vulkanschlot aufsteigenden flüssigen Lavasäule energischeren Widerstand zu leisten; seine Flanken werden aufgerissen, es entstehen Spalten, und aus diesen tritt dann die Lava seitlich heraus, bald in größerer, bald in geringerer Meereshöhe, zuweilen sogar am eigentlichen Fuße des Berges. Dann entstehen die Seiten- oder Lateraleruptionen. An den Stellen des Austritts der Lava bilden sich auf den aufgerissenen Spalten kleinere Vulkankegel, genau so gebaut, wie der große, an dessen Gehängen sie auftreten, denn auch in den Fällen einer Lateraleruption pflegt dem Hervortritt des glutflüssigen Gesteinsbreies ein mehr oder minder großer Aschenauswurf voranzugehen. Gewisse Vulkane unserer Erde sind von derartigen Lateralkegeln (Seite2 0) förmlich übersät, so beispielsweise der Aetna, der von mehreren hunderten solcher Gebilde besetzt ist. Seiteneruptionen sind bei dem Feuerberge Siziliens eine sehr

häufige Erscheinung und darum in ihren Verheerungen von ungleich größerer Wirkung, als die Gipfeleruptionen, weil sie das bebaute reiche Gelände, welches das Postament des Vulkans in einem breiten Gürtel umzieht, die Regione piemontese, in Mitleidenschaft ziehen, während die Gipfelausbrüche sich nur auf die öden und unkultivierten, einen großen Teil des Jahres über von Schnee bedeckten obersten Partien des Berges, auf die Re-



Abb. 23: Gipfelausbruch des Ätna am 18. Mai 1886.
Nach einer von Taormina aus aufgenommenen Photographie.

gione deserta, beschränken. So riß im März 1669 an der Südostseite des Berges eine gewaltige 20 Kilometer lange und durchschnittlich an 2 Meter breite Spalte auf, die sich bis in die Nähe des Berggipfels hinaufzog und besonders an ihrem unteren Ende, in unmittelbarer Nähe des Städtchens Nikolosi, einem mächtigen Lavastrom das Leben gab, der bis in das Weichbild der Stadt Catania hineingeflossen ist und auf seinem ganzen Wege ungeheure Vernichtung angerichtet hat. Dabei wurden innerhalb weniger Tage zwei große Aschenkegel, die von den Reisenden in Sizilien viel besuchten an 324 Meter hohen Monti Rossi aufgeschüttet. Man kann aus dieser letzteren Tatsache allein schon schließen, wie gewaltig und großartig der

Ätnaausbruch vom März 1669 gewesen sein muß! Auch der Vesuv ist nicht arm an Lateralkegeln; bei seinem Ausbruch vom Jahre 1794 hatten sich auf einer etwa einen Kilometer langen und 300 Meter unterhalb des Gipfels aufgerissenen Spalte 8 solcher Nebenvulkane gebildet. Auf der Lakispalte auf Island wurden im Jahre 1783 auf eine Erstreckung von 20 Kilometer hin mehr als hundert Lateralkegel aufgetürmt.

Im Jahre 1794 zerstörte ein gewaltiger Lavastrom die Stadt Torre del Greco am Vesuv. Es ist derselbe, über welchen der von Neapel nach Pompeji ziehende Schienenstrang führt. Nach der Katastrophe fand man die in den Häusern zurückgelassenen silbernen Gegenstände umgeschmolzen und wohl ausgebildete Kristalle dieses Metalls daran sitzend; die Messinggeräte waren zersetzt, und auch die kupfernen hatten eine Umschmelzung und Auskristallisierung erfahren. Um dergleichen zu bewerkstelligen bedarf es aber einer Temperatur von mindestens 1000° C. Nun war die Ausbruchstelle der Lava an 4 Kilometer von Torre del Greco entfernt, so daß die Annahme gerechtfertigt erscheint, die Temperatur der Laven müsse an ihrem Eruptionsort eine beträchtlich höhere gewesen sein. In glühenden Laven des Ätna hat Silvestri Silber- und Kupferdrähte geschmolzen; der Schmelzpunkt des ersteren Metalls liegt bei 1000° C., derjenige des letzteren bei 1100° C. Ein bei 800° C. flüssig werdender Messingdraht wurde durch Mercalli in einer Bombe des Stromboli, noch eine Stunde nach deren Auswurf, zum Schmelzen gebracht, und die Temperatur der Aetnalava von 1892 ist durch Bartoli auf 970—1060° C. festgestellt worden. Im Vulkanschlot selbst hat diese zweifelsohne noch eine viel größere Hitze besessen; wie Mercalli meint, sicherlich an 200—300° C. mehr!

Die Oberfläche der Lavaströme erkaltet sehr rasch und überzieht sich dann mit einer Schlackenkruste, die ein sehr schlechter Wärmeleiter ist. So kommt es, daß das Innere eines Lavastromes noch mehrere Jahre nach seinem Ausfließen eine sehr bedeutende Wärme aufweisen kann, während sein Schlackenpanzer längst erkaltet und begehbar geworden ist. Dieser letztere bildet sich rings um die ganze Lavamasse herum, also auch an ihren Seiten und auf ihrer unteren Begrenzungsfläche, und die noch glutflüssige Lava des Inneren ist also in einem förmlichen Schlackensack eingeschlossen. So lange, als die Lava neue Zufuhr aus dem Vulkanschlot erhält und fließt, kann der Schlacken-

panzer naturgemäß kein zusammenhängendes Ganzes bilden, sondern wird durch die nachtreibenden Lavamassen immer wieder aufgerissen. Dort, wo verhältnismäßig dünnflüssige Laven an einem steilen Gehänge herabströmen, zerfallen sie in eine Unzahl von einzelnen Schollen, welche übereinanderkollern und am vorderen Ende des Stromes ein förmliches Haufwerk von größeren und kleineren Blöcken bilden, die Blocklaven. Bei



Abb. 24: Blocklava über Bosco-Trecase, Vesuvausbruch von April 1906. Nach einer Photographie.

weniger steilem Gehänge oder beim Dahinfließen auf mehr ebenen Flächen entstehen schollenartige Gebilde, Schollenlava, oder gekröse- und seilförmige, Gekröselava, Seil- oder Stricklava, Fladenlava, u. s. f. Wie gering die wärmeleitenden Eigenschaften der entstandenen Lavakruste sind, das zeigt beispielsweise der Umstand, daß der unter ewigem Eise verborgene Krater des Kotlugja auf Island in glühende Lavamassen eingebettete Eisstücke auswirft.

Drei Umstände bedingen die größere oder geringere Ge-

schwindigkeit, mit der ein Lavastrom sich vorwärts bewegt: einmal der Umstand, ob die Lavamasse leichtflüssiger oder zähflüssiger ist, dann ihre Größe und ihre Ausdehnung, endlich die stärkere oder schwächere Neigung des Geländes, über das sie fließt. Die basischeren Laven, beispielsweise diejenigen, die zur Familie der Basaltgesteine gehören, sind wesentlich leichtflüssiger, als die saureren Laven vom Typus der trachytischen Gesteine,



Abb. 35: Fladenlava im Kilauea-Krater, Mauna Loa, Hawaii. Nach einer Photographie.

und während die ersteren ausgedehnte Ströme bilden können, treten die kieselsäurereicheren Laven sehr oft als zähflüssige, rasch erstarrende Gebilde von dorn- oder felsnadelartiger Gestalt zutage. Dann entstehen die als homogene Vulkane bezeichneten Feuerberge, deren Bildung in der Vorwelt häufiger gewesen ist, als in der Gegenwart, wenn man auch in unseren Zeitläufen noch einige derartige Dinge hat entstehen sehen. Der Gesteinsbrei ist dann bereits beim Heraustreten aus dem Vulkanschlot so zähflüssig, daß er nicht mehr abfließen kann,

sondern wie eine Teigmasse hervordringt, oder wie Pasta aus einer Tube herausgepreßt wird. Eine Lage des zähflüssigen Materials schiebt sich über die andere, und das Ende des Vor-

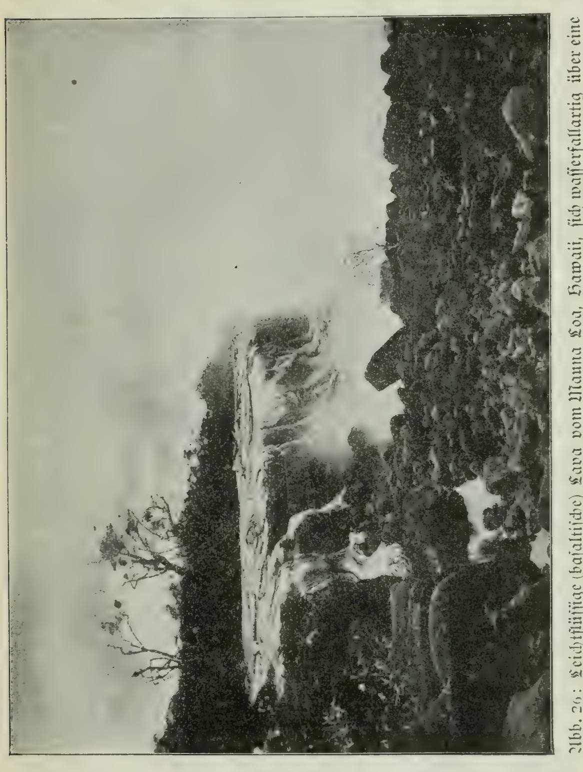


Abb. 26: Leichtflüssige (basaltische) Lava vom Mauna Loa, Hawaii, sich wasserfallartig über eine ältere Lavabank in einen Teich stürzend, den sie allmählich ausfüllt. Nach einer Photographie.

gangs ist eine dorn- oder kuppelartige Erhebung, welche nach dem Erstarren zuweilen eine plattenförmige Absonderung ihrer Gesteinsmasse zeigt. Man hat solchen Lavabergen auch den Namen

Quellkuppen gegeben. Manchmal ist ein solcher Lavenausbruch auch durch das Hervorstoßen größerer Mengen loser Materialien eingeleitet worden, welche den Lavakern des Berges

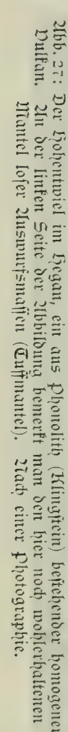


Abb. 27: Der Hohentwiel im Hegau, ein aus Phonolith (Klingstein) bestehender homogener Vulkan. An der linken Seite der Abbildung bemerkt man den hier noch wohlerhaltenen Mantel loser Auswurfsmassen (Tuffmantel). Nach einer Photographie.

mantelartig umschlossen. Dies mag bei vielen homogenen Vulkanen der Fall gewesen sein, von denen wir nur noch den Lavaerguß kennen, weil die zerstörenden Gewalten an der Erdoberfläche die weniger widerstandsfähigere Umhüllung vernichtet und

nur die härtere und ihrem Einflusse trotzende Lava zurückgelassen haben.

Die uns bereits aus dem vorigen Kapitel bekannte Felsnadel des Mont Pelé ist auch eine nach Art der homogenen Vulkane entstandene Erscheinung, ebenso der bei der Eruption von Santorin im Archipel der Cykladen im Jahre 1866 aus den Meeresfluten emporgetauchte Lavakegel des Georgios, der bereits wenige Tage nachdem seine ersten Spuren sich gezeigt hatten, aus einem elliptischen Hügel von 70 und 20 Meter Durchmesser und 20 Meter Höhe bestand.

Die Geschwindigkeit, mit der ein Lavastrom sich fortbewegt, ist meist am bedeutendsten an seiner Eruptionsstelle selbst. Silvestri konnte beim Aetnaausbruch von 1865 feststellen, daß der glühende Gesteinsbrei unmittelbar an seinem Austrittspunkte etwa 10 Meter weit in der Minute floß, während in einer Entfernung von 5 Kilometer die Größe der Fortbewegung nur noch 3 Meter betrug. Der Lavastrom des Vesuv, der im Jahre 1872 auf die Vetranaschlucht herabkam, ist etwa um 433 Meter in der Stunde vorgerückt, während derjenige vom 5. Juli 1895 nur um 137 Meter in derselben Zeiteinheit vorgeschoben wurde. Die größte Schnelligkeit in ihrer Vorwärtsbewegung dürften die Laven der Mauna Loa auf Hawaii besitzen, die im Jahre 1859 mit der Geschwindigkeit eines gewöhnlichen Eisenbahnzuges abgeflossen sein sollen. Doch auch bei diesen nahm die Größe der Fortbewegung mit der Entfernung von ihrer Eruptionsstelle ab. Sie haben innerhalb 8 Tagen eine Strecke von 53 Kilometer überwunden, also etwa 6633 Meter im Tage von 24 Stunden.

Michael, der ein Augenzeuge von dem Vesuvausbruch im April 1906 gewesen ist und die damals gebildeten Laveströme in ihrer verhängnisvollen Arbeit beobachten konnte, berichtet, daß der eine in der Nähe seines Ausbruchsortes auf dem geneigten Gehänge so rasch vorwärtsfloß, daß er (Michael) mit dem fließenden Strom kaum Schritt halten konnte, während an anderen Stellen weiter unterhalb mehr als eine Minute verging, bis die glühende Masse auch nur um einen Meter vorwärts gelangte. „Eigenartig“, so erzählt der genannte Geologe, „war das laute klirrende Geräusch der sich fortwälzenden Lava, welches durch die zahlreichen hin- und hergeschobenen schlackigen Blöcke hervorgerufen wurde, die sich auf der Oberfläche der glutflüssigen Masse bildeten und fortgesetzt in Vertiefungen oder nach den

Seiten hinunterrollten, um im nächsten Augenblick von den neugebildeten Schlackenstücken der nachschiebenden Glut wieder überdeckt zu werden. Stellenweise sah ich aber auch glühende Massen, die sich ein geraumes Stück vorwärts bewegten, ohne daß es zur Ausbildung einer Erstarrungsrinde kam. Auch die Mächtigkeit des Lavastromes, dessen Breite stellenweise über 400 Meter betrug, war eine recht verschiedene. Im Durchschnitt war der Glutbrei, dessen Oberfläche sich stetig auf- und abwärts bewegte, etwa 3—4 Meter stark, aber inmitten desselben wurden größere Blöcke herbeigewälzt, die 6—8 Meter, in einem Falle sogar 14 Meter Höhe erreichten, eine auffällige Erscheinung, die ich bei der schlechten Witterung leider vergeblich mit der Camera festzuhalten suchte. Wenige Meter abwärts zerschmolzen diese wie größere Eisschollen beim Eisgang eines großen Flusses schwimmenden Blöcke ganz rasch wie Butter auf einer glühenden Platte, um unmittelbar darauf an anderer Stelle sich wiederum bei irgend einem Terrainhindernis zu ähnlicher Höhe zusammenzuballen. Von der mehr oder minder raschen Bildung der Erstarrungsrinde hing die Feuerwirkung ab, welche der fließende Lavastrom auf seinem Wege ausübte. Wo sich die Schlackenkruste rasch bildete, konnte man trotz der erheblichen Wärme der Gesamtmasse kaum $^1/_2$ Meter von dem 3 Meter hohen Strom entfernt unbesorgt einherschreiten. Derartige Lava schnitt haarscharf an Weinreben vorbei, ohne die Stämme zu sengen und umgab sie nur mit einem Haufwerk von kleinen Blöcken, die rasch erkalteten. Andererseits habe ich aber selbst auf Weinbergsmauern gestanden, die wenig später von sich anwälzenden, völlig glühenden Massen mit unheimlicher Geschwindigkeit aufgenommen und im Glutbrei aufgelöst wurden. Auch die Vorwärtsbewegung am Ende des Stromes vollzog sich in ähnlicher Weise. Es war ein fortgesetztes Herunterkollern mit klingendem Geräusch von rasch gebildeten Blöcken, die unmittelbar darauf von den nachdrängenden Massen eingerollt wurden. Solche Teile übten selbstverständlich auch auf lockeren Boden wenig Einwirkung aus. Wo aber glutflüssige, kompakte Massen angeschoben wurden, furchten sie bis auf 30 Zentimeter Tiefe den Boden auf, ebenso wie sie beim Anrücken austrocknend und verdorrend auf alle brennbaren Gegenstände wirkten, die bei der Berührung dann wie Zunder aufflackerten."



Abb. 28: Von einem Strom von Blocklava umhüllte und angesengte Riesenpinie. Ausbruch des Vesuv im April 1906. Nach einer Photographie.

Dieser am 5. April 1906 zum Ausbruch gekommene Lavastrom schien am 7. April bereits etwa 400 Meter von Bosco Trecase, einem Städtchen am Südabhange des Feuerberges, oberhalb von Pompeji, zum Stillstand gekommen zu sein, wie die Bevölkerung meinte, infolge der Fürbitte von seiten der Schutzheiligen des Ortes. Zuvor hatte der Strom mehrere Einzelhäuser in den Weinbergen zerstört. Da öffnete sich plötzlich eine neue, etwas höher am Bergabhang belegene Ausbruchsstelle, und der scheinbar erkaltete Lavastrom erhielt durch sie neue Nahrung. „In kürzester Frist", so schreibt Michael weiter, „in einer Geschwindigkeit, die in der Geschichte der Lavaergüsse des Vesuv kaum erreicht worden und nur den Hochwasserverheerungen in unseren heimischen Bergen zu vergleichen ist, waren die glutflüssigen Massen, dem Wege der Lava vom Tage zuvor folgend und die früheren Austrittsstellen überdeckend, bergabwärts gestürzt, und in kaum 4 Stunden wurden die ersten Häuser des Stadtteils Oratorio in Bosco Trecase erreicht und zerstört."

In noch ungleich gewaltigerem Maße haben die Laven

des Vesuv bei dem Ausbruch im Jahre 1872 Verheerung und Zerstörung mit sich geführt, alles, was sich ihnen in den Weg stellte, versengend und vernichtend. „Man sah die Bäume in Flammen aufschlagen, die Gebäude, von Lava umflossen, ausbrennen, zum Teil einstürzen, und Rauch und Staubwolken qualmten empor. Das Donnergebrüll des Berges, das Erzittern des Bodens dauerten mit einzelnen heftigeren Schlägen und Stößen immer gleich fort, und in heller Rotglut zeigten sich die Lavaströme vom Gipfel bis zum Fuß.“ (Heim.)

Aber auch diese eben geschilderten Lavaeruptionen müssen in der Gesamtheit ihrer Erscheinungen und ihrer Wirkungen zurücktreten gegenüber dem großartigen Ausbruch glutflüssigen Gesteinsbreies aus den Flanken des Ätna im Januar 1865. In der Nacht vom 30. zum 31. Januar wurde das ganze nordöstliche Gehänge dieses Berges durch einen mächtigen Stoß erschüttert, der die geängstigten Bewohner der umliegenden Ortschaften aus ihren Behausungen trieb, die sie nicht mehr betreten sollten. Der Abhang des Vulkans hatte sich in einer Länge von etwa 2,5 Kilometer gespalten, und aus einer am Fuße des Monte Frumento, eines alten Lateralkegels, entstandenen Öffnung wurde die glutige Lava springbrunnenartig herausgeschleudert. Ein erschrecklicher Anblick! Mit einer Geschwindigkeit von 6 Metern in der Minute wälzte sich die feurige Masse an den Abhängen des Ätna hinab, alle Hindernisse spielend überwindend, alles versengend und brennend, so daß nur noch einige kleine mit Vegetation bestandene Inseln zwischen den Armen des Glutstromes zu sehen waren. Der Hauptstrom der Lava hatte bereits am 2. Februar die Strecke von 6 Kilometern durchmessen; zwischen 300—500 Meter breit erreichte er eine 50 Meter hohe Steilwand südlich vom Monte Stornello, über die er sich wasserfallartig hinabstürzte, ein wüstes Durcheinander von feuriger Glut und halberstarrten Blöcken, die beim Hinabkollern über den Felsen einen betäubenden Lärm machten und unten angelangt mehrere Male wieder emporschnellten, bevor sie funkensprühend auseinanderstoben. Wehklagend und die Vernichtung ihrer Wälder und Kulturen betrauernd standen die durch die elementaren Gewalten so plötzlich von Haus und Hof gejagten Landleute umher, neben Tausenden von Neugierigen, die von Messina und von Catania herbeigeeilt waren, um Zeugen dieses schrecklichen und dennoch

so wundervollen Schauspiels zu sein. Bald darauf hörte der Erguß von Lava in den oberen Partien der neuentstandenen Spalte auf, und neue Ausbruchsstellen bildeten sich in deren unteren Teilen, wobei 6 Adventivkegel von 100 Meter Höhe aufgeworfen wurden, die ohne Unterlaß glühende Lavamassen ausspien und feurige Blöcke bis zu 1800 Meter Höhe in die Lüfte hinaufschleuderten. Während der sechs ersten Tage dieses Ausbruchs sind in der Sekunde etwa 90 Kubikmeter Lava aus dieser Spalte ausgeflossen!

Es ist klar, daß die Größe eines Lavastromes in erster Linie von der Menge des ausgeworfenen Materials, dann aber auch von der Dauer und der Heftigkeit der Eruption abhängig sein muß. Daher sind auch die Größenverhältnisse der Lavaströme sehr verschiedene. Der uns bereits etwas bekannte Lavastrom, den der Vesuv im Jahre 1794 auf Torre del Greco ausgesandt hat, war im Durchschnitt 13 Meter mächtig, bei einer Länge von 5700 Meter und einer Breite von 650 Meter, was einem Inhalt von 15600000 Kubikmeter gleichkommt. Rechnet man den Inhalt eines zu gleicher Zeit aus dem Vulkan hervorgedrungenen Nebenstromes hinzu, so erhält man den Betrag von 23400000 Kubikmeter, also einen Würfel von 440 Meter Seitenlänge. Wenn man von den Massenergüssen von Lava aus den uns ebenfalls nicht mehr fremden Spaltenvulkanen Islands (S. 16) absieht, die bis 30 Kubikkilometer groß sind, weil deren Bildung meist eine längere Zeit, sehr oft mehrere Jahre in Anspruch genommen hat, gehören die beträchtlichsten Lavaströme der Gegenwart den Hawaii-Vulkanen an, deren Kubikinhalt zwischen $^1/_3$ und $^1/_2$ Kubikkilometer schwankt.

Man kennt in verschiedenen vulkanischen Gegenden förmliche tunnel- und gewölbeartige Bauten in den Lavaströmen. In derartigen Fällen bildet beim Abfließen des Glutbreies die rasch erstarrte Stromoberfläche eine zusammenhängende Decke, unter welcher die Lavamasse im Innern sich vorwärts bewegt. Mit abnehmendem Nachschub von Lava sinkt naturgemäß auch das Niveau des unter dem Gewölbe fließenden Stromes immer mehr herab, und nach gänzlichem Erkalten des letzteren wird der Tunnel sogar begehbar. Dann bemerkt man sehr oft, daß von der Decke zierliche Stalaktiten von Lava herabhängen, während der Boden von stalagmitenartigen Bildungen bedeckt wird, auch zuweilen von Säulen und Säulchen von Lava, welche

die Decke stützen. Diese Erscheinung erklärt sich sehr einfach durch den Umstand, daß, solange der im Gewölbe fließende Strom noch sehr stark ist, der innere Teil der Gewölbedecke teilweise vom Magma wieder umgeschmolzen wird. Solche Lavatunnels oder Lavagrotten finden sich in den Lavaströmen des Mauna Loa auf Hawaii, auf der Réunion-Insel — hier die prächtige Rosemond-Grotte von etwa 40 Meter Länge, 18—20 Meter Breite und 4—6 Meter Höhe — auf der Amsterdam-Insel, den Azoren und auf Island, hier die 1600 Meter lange Surtshellir (die schwarze Grotte). Dann beobachtet man auch auf manchen Lavaströmen schornsteinartige Bildungen, Schlackenschornsteine (Abb. 11), die zustandekommen, wenn die Stromoberfläche durch die im Glutbrei eingekerkerten und sich einen Ausweg schaffenden Gasmassen aufgerissen, Lava aus diesem Riß ausgeworfen und schollen-, block- oder fladenförmig zu einem kaminartigen Schlot aufeinandergetürmt wird. Aus der Spitze des Schlackenschornsteins schießt zuweilen eine Fumarole heraus, eine vulkanische Erscheinung, der wir bereits früher anläßlich der Schilderung von der Solfatara zu Pozzuoli (S. 25) begegnet sind. Wir verstehen darunter die Ausbruchsstellen gasförmiger Substanzen an einem Vulkan. Bezüglich der ausgehauchten Gasmassen sind die Fumarolen verschiedener Natur. Die heißesten bezeichnet man als trockene Fumarolen, weil man nämlich sehr lange der Ansicht gewesen ist, dieselben enthielten nicht die geringste Spur von Wasserdampf; heutzutage weiß man aber, daß das nicht in vollem Umfang der Fall ist, und daß größere oder geringere Mengen von Wasserdämpfen auch diesen Ausströmungen beigemengt sind. Die trockenen Fumarolen besitzen eine Temperatur von annähernd 1000° C und bestehen fast nur aus weißen Dämpfen von wasserfreien Chloriden, unter denen das Chlornatrium einen der Hauptbestandteile bildet; an trockenen Fumarolen des Vesuv konnte man einen Gehalt von 94,30% dieser eben genannten Substanz nachweisen. Daneben kommen Chlorkalium und die Chloride von Mangan, Eisen und Kupfer darin vor. Das Chlornatrium (Steinsalz) wird auf den der Fumarole benachbarten Teilen der Lava niedergeschlagen und kann diese zuweilen mit einer feinen weißen Schicht derartig überziehen, daß man glauben könnte, es sei Schnee gefallen. Solche Überzüge von Chlornatrium sind sowohl an den Kraterwänden, als

auch auf den Lavamassen sehr vieler Vulkane häufige Erscheinungen.

Weniger heiß als die trockenen sind die sauren Fumarolen, deren Temperatur zwischen 400—500° C schwankt. Sie führen eine beträchtliche Menge von Wasserdampf mit sich, Salzsäuredämpfe, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und Eisen- und Kupferchlorid, daneben Chlorammonium. Das Eisenchlorid wird durch die heißen Wasserdämpfe in die Verbindung Fe_2O_3 überführt, welche in der Gestalt kleiner zierlicher Eisenglanzkristalle als Niederschlag auf der Lava in der Umgebung der Fumarole erscheint.

Eine dritte Abart der Fumarolen bilden die alkalinischen Fumarolen; diese bestehen aus viel Chlorammonium und Ammoniumkarbonat, Stoffe, denen sie ihren Namen verdanken, daneben aus beträchtlichen Mengen von Wasserdampf, schwefliger Säure und Schwefelwasserstoff. Ihre Temperatur kann ebenfalls 400—500° C hoch werden, doch ist dieselbe, wenn diese Fumarolen erst anfangen Schwefel niederzuschlagen, der aus dem an der Luft sich zersetzenden Schwefelwasserstoff gebildet wird, bereits eine beträchtlich geringere und dann 100° C nicht mehr übersteigende geworden.

Noch weniger heiß sind die kalten Fumarolen, denen nur Wasserdampf und Kohlensäure, ebenso noch Schwefelwasserstoff entströmen, häufig auch noch etwas Wasserstoff und Methan. Als letzte Abart der Fumarolen können wir schließlich die Ausströmungen fast reiner Kohlensäure auffassen, die uns bereits bekannten Mofetten (S. 26).

Die Fumarolen mit der höchsten Temperatur treten in der nächsten Umgebung des Kraters oder unmittelbar an dem Ausbruchsorte der Lava auf. Ein ausfließender Lavastrom wird also zunächst seiner Eruptionsstelle trockene, etwas weiter abwärts saure, noch tiefer alkalinische und gegen sein Ende zu nur noch kalte Fumarolen von sich geben. Nur muß man nicht glauben, daß etwa Substanzen, die in einer Fumarole niedrigerer Ordnung auftreten, denjenigen der entsprechend höheren Abart gänzlich fehlen. Der Unterschied zwischen zwei in der erwähnten Reihe aufeinanderfolgenden Fumarolenarten beruht vielmehr der Hauptsache nach darin, daß beispielsweise die trockenen die Chloride des Natrium und des Kalium führen, welche den drei anderen Fumarolentypen fehlen. Die trockenen Fumarolen ent-

halten alle die in diesen letzteren vorhandenen Substanzen ebenfalls, wenn auch in entsprechend geringerer Menge, aber sie haben die vorerwähnten beiden Verbindungen des Natriums und Kaliums vor den anderen voraus, weil sie eine viel höhere Temperatur besitzen, welche den genannten Chloriden ermöglicht, in flüchtigem Zustande zu erscheinen.

So wie die Fumarolen eines Vulkans sich in ihrer Zusammensetzung dem Raum nach verschieden verhalten, so tun sie das auch der Zeit nach. Mit anderen Worten: aus einer trockenen Fumarole kann bei allmählichem Nachlassen der vulkanischen Tätigkeit im Krater, resp. beim Aufhören des Lavenergusses mit der Zeit eine saure, aus dieser später eine alkalinische und schließlich eine kalte Fumarole werden. Genau so wie die Fumarolen sich im Laufe der Zeit umwandeln, so tut es der Vulkan selbst bei fortschreitender Abnahme seiner Tätigkeit auch. Bereits auf Seite 26 haben wir gesehen, wie allmählich aus dem Solfatarenzustand die Mofetten sich entwickeln, was dem Übergang der alkalinischen Fumarolen in die kalten und von diesen wieder in die Mofetten durchaus entspricht. Darin liegt, wie das Löwl treffend hervorgehoben hat, der Beweis, daß die Gase eines zur Ruhe gekommenen Vulkans von dem Magma ausgeschieden werden, das sich in der Tiefe des Schlotes abkühlt und verfestigt.

Die gasförmigen, im Magma eingeschlossenen Massen, die wir in der Gestalt von Fumarolen aus dem glutflüssigen Gesteinsbrei entweichen sahen, sind die Stoffe, welche die mehr oder weniger vollständige kristallinische Entwicklung der Laven befördern. Je rascher sich diese Mineralbildner verflüchtigen, um so glasiger, um so weniger kristallinisch muß die Lava erstarren. Je länger dagegen die Mineralbildner in der Lava zurückgehalten werden, um so mehr werden sie von Einfluß auf deren Auskristallisierung sein können. Man kann das schon an einem gewöhnlichen Lavastrom beobachten, dessen Oberfläche eine größere zusammenhängende Erstarrungskruste bildet. Diese ist, wenn sie nicht bereits im Vulkanschlot ausgeschiedene Mineralien enthält (Mineralien erster Generation), mehr oder weniger glasig entwickelt, ohne irgend welche auskristallisierten Substanzen zu zeigen. Diejenigen Partien der Lava jedoch, welche unter der Kruste sich befinden — letztere ist, wie wir bereits wissen, ein sehr schlechter Wärmeleiter —, verharren

längere Zeit hindurch noch in glutflüssigem Zustande, und die darin eingezwängten Mineralbildner sind darum auch imstande, ihre Arbeit zu tun und eine teilweise Auskristallisierung des Gesteinsteiges herbeizuführen. Je länger die Zeit, je größer der Druck und je beträchtlicher der Gehalt an Mineralbildern ist, in um so vollständigerer Weise vollzieht sich die Auskristallisierung des Magmas, seine Individualisierung in einzelne Mineralarten.

Es gibt gewisse Gesteinsmassen, die zwar aus einem Glutfluß erstarrt sind, sich also ursprünglich in einem magmatischen Zustand befunden haben, jedoch bei ihrer Bildung nicht bis an die Erdoberfläche gelangen konnten, sondern innerhalb der festen Erdkruste zwischen anderen Gesteinsmassen stecken geblieben sind. Man bezeichnet solche Gesteinskörper als Lakkolithen. Bei ihrem Empordringen aus den Tiefen der Erde haben sie die darüber liegenden Massen anderer Felsarten zuweilen aufgetrieben und aufgewölbt. Durch die zerstörenden Einwirkungen des Wassers in seiner mannigfachen Gestalt sind im Laufe der Zeiten die auf den Lakkolithen ruhenden und diese von der Erdoberfläche abschließenden Gesteine sehr oft fortgeführt und die Lakkolithen bloßgelegt worden, so daß wir deren Aufbau genau untersuchen können. Da zeigt sich denn, daß die Struktur ihrer Felsarten eine durchaus körnige ist, weil sie Äonen lang unter dem gewaltigen Druck der auf ihnen lastenden Massen verharren mußten; ihre Temperatur ist infolgedessen ebensolange eine sehr hohe geblieben, und die Mineralbildner konnten ihr Werk vollständig zu Ende bringen. Auf die soeben geschilderte Weise verfestigte und nicht bis an die Erdoberfläche in glutflüssigem Zustande emporgedrungene, sondern unterhalb derselben, in der Gesteinshülle selbst des Planeten erstarrte Gesteine hat man Tiefengesteine genannt, im Gegensatz zu den Ergußgesteinen, welche in glutflüssigem Zustande aus Vulkanschloten ausgeflossen sind, die Laven der Vorwelt und Gegenwart. Granit und Diorit sind Beispiele für die erstere, Trachyt, Diabas, Basalt und Obsidian solche für die zweite Abteilung, also für die aus einem Schmelzfluß an der Erdoberfläche erstarrten Gesteine.

Die Anschauung, daß alle granitischen Gesteine innerhalb der Erdkruste erstarrtes Magma darstellen, erfreut sich bei den Geologen der Gegenwart nicht ungeteilter Anerkennung. Besonders französische, englische und amerikanische Gelehrte sind

der Meinung, daß wenigſtens ein Teil der eben genannten Felsarten aus bereits in der Tiefe vorhanden geweſenen Geſteinen durch Umſchmelzung entſtanden ſei, eine Anſicht, die, wenn auch in anderer Begründung, bereits vor mehr als 110 Jahren der

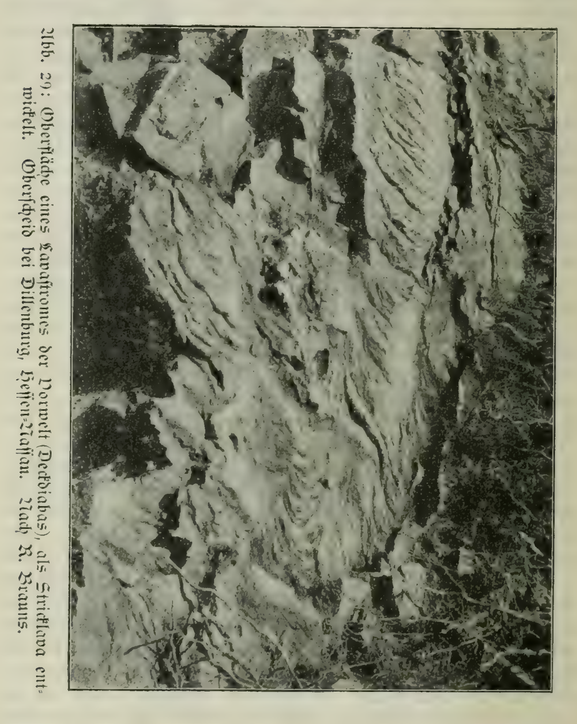


Abb. 29: Oberfläche eines Lavaſtromes der Vorwelt (Deckdiabas), als Stricklava entwickelt. Oberſcheld bei Dillenburg, Heſſen-Naſſau. Nach R. Brauns.

Schotte James Hutton mit Bezug auf die Geſamtheit der Granite geäußert hatte. Die heutigen Vertreter dieſer Auffaſſung ſtützen ſich dabei auf Dinge, welche wir bei der Beſprechung der gebirgsbildenden Vorgänge in ihren Hauptzügen noch ausführen

werden. Bei diesem Anlaß werden wir dann wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen.

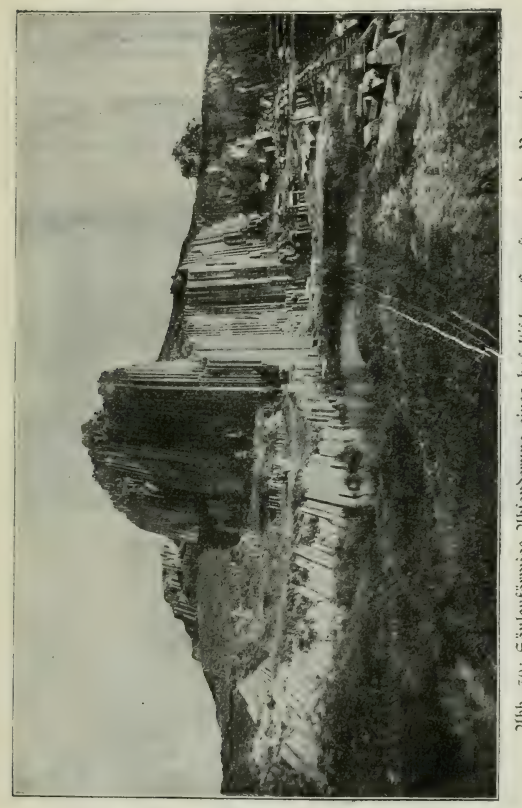


Abb. 30: Säulenförmige Absonderung eines basaltischen Lavastromes der Vorwelt. Herrenhausstein in Nordböhmen. Nach einer Photographie.

Gewisse Laven, besonders die basaltischen und gewisse obsidianische, haben die Eigentümlichkeit, bei ihrer Verfestigung in

säulenartigen Gebilden zu erstarren; die Größe und Dicke dieser einen vier-, fünf- oder sechseckigen Querschnitt zeigenden und sehr oft Orgelpfeifen ähnlichen Säulen ist eine sehr verschiedene, und deren Länge kann sogar über 20 Meter betragen. Die berühmte Fingalshöhle auf Staffa (Hebriden), die in Fächerstellung befindlichen Basaltsäulen des Humboldt-Felsens bei Aussig und die wundervollen Gebilde am Basaltgestein des Herrenhaussteines im Böhmerlande sind einige gute Beispiele für diese weitverbreitete säulenförmige Absonderung der vorgenannten Felsarten. Walther hat bereits vor längerer Zeit die Ansicht



Abb. 13: Der Vulkan Stromboli auf den Liparen. Nach einer Photographie.

ausgesprochen, daß diese Erscheinung das Resultat einer plötzlichen Abkühlung der heißen Lava durch Wasser sei, und daß sie nur dort auftrete, wo das Stromende an einem Wasserspiegel erstarren konnte. In der Tat zeigt sich, daß die Mehrzahl der bis ans Meer geflossenen Laven italienischer Vulkane Säulen bilden, und daß andere Ströme derselben Vulkane, welche das Meer nicht erreichten, keine Spur davon aufweisen, so daß man behaupten kann: Lavasäulen am Ende eines Stromes, welche senkrecht auf der Flußrichtung stehen, sind ein Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür, daß das Stromende an einem Wasserspiegel erstarrte. Sie stellen also gewissermassen vulkanische Strandmarken dar.

Je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen uns aus dem Vorstehenden bekannt gewordenen eruptiven Erscheinung bei den Ausbrüchen tätiger Vulkane hat man für die an der festen Erdoberfläche erfolgenden Paroxysmen mehrere Abarten der Eruptionstätigkeit unterschieden, welche nach denjenigen Feuerbergen benannt sind, an welchen diese Eruptionsform am häufigsten und bestimmtesten auftritt. Ausbrüche, die durch besonders große Dünnflüssigkeit der dabei geförderten Laven und durch den fast gänzlichen Mangel an heftigen Explosionen ausgezeichnet sind, führen den Namen hawaiische, nach den bereits geschilderten Vulkanen der Hawaii-Inseln (Seite 13). Eine beträchtliche Dünnflüssigkeit ihres Magmas zeigen auch die strombolianischen Eruptionen (nach dem Stromboli, einem Vulkan der Liparischen Inseln, Abb. 31), doch haben sie vor den hawaiischen starke und heftige Explosionserscheinungen voraus, wobei glühende Bomben und Schlacken ausgeworfen werden, aber keine Aschen, so daß die dabei ausgehauchten Dämpfe von rein weißer Färbung sind. Die dabei zu Tage tretenden Lavaströme beschränken sich meist nur auf eine einzige Seite des Berges und hören auf, sobald das Gehänge geringer wird. Es sind sehr oft Blocklaven, und in bezug auf ihren Umfang stehen ihre Massen weit hinter den gewaltigen Strömen der hawaiischen Eruptionen zurück. Bei gewissen Vulkanen in mäßiger eruptiver Tätigkeit, so gerade beim Stromboli erfolgen die vorerwähnten Explosionen in regelmäßigen Zwischenräumen, also in der Gestalt rhythmischer Eruptionen. Ein anderer Feuerberg der Liparen, derjenige von Vulcano, hat der dritten Abart eruptiver Betätigung, der vulcanischen (nicht vulkanischen) seinen Namen verliehen; ihre besondere Eigentümlichkeit besteht in der großen Zähflüssigkeit des Glutbreies, so daß die Kratermündung eine sich immer wiederholende Verstopfung durch die rasch erkaltende Lava erleidet, ein Umstand, der zu sehr gewaltigen explosiven Wirkungen, verbunden mit dem Auswurf beträchtlicher Aschenmassen, dem fein zertrümmerten und zerstäubten Lavenpfropfen im Vulkanschlot, führt. Die vierte Abart, die peléischen Eruptionen, werden durch die bergabwärts sich bewegenden Glutwolken charakterisiert, welche wir schon auf Seite 48 beschrieben haben. Im Verlaufe seiner Ausbruchstätigkeit zeigt ein und derselbe Vulkan bald Eruptionen der einen oder der anderen Abart. Auch hier können wir den Vesuv als gutes

Beispiel dafür anführen, der auch bei seiner letzten großen Eruption vom April 1906 zuerst in strombolianischem, dann in vulcanischem Sinne gewirkt hat.

Eine weitere Abart vulkanischer Eruptionen bilden die unterseeischen oder submarinen. Entweder spielen sich derartige Vorgänge in so beträchtlichen Meerestiefen ab, daß man an der Wasseroberfläche kaum etwas oder gar nichts mehr davon wahrzunehmen vermag, höchstens vielleicht durch das Zerreißen eines zufällig in nächster Nähe des Ausbruchsortes liegenden Kabels, oder aber die Eruptionsstelle befindet sich auf so seichtem Meeresgrunde, daß das geförderte Auswurfsmaterial bei stärkeren und anhaltenderen Paroxysmen über dem Meeresspiegel auftauchen und ein unterseeischer Vulkanberg sein Haupt plötzlich aus den Fluten emporrecken kann. Zu wiederholten Malen ist der letztgenannte Fall in geschichtlichen Zeiten beobachtet worden. So bei der Insel Santorin oder Thera im Archipel der Cykladen an der Ostküste von Griechenland mehrfach und bereits um das Jahr 186 vor unserer Zeitrechnung, zuletzt von 1866—1869. Das schon auf Seite 69 erwähnte homogene Vulkangebilde des Georgios ist dabei entstanden. Dann nahe bei der Stadt Sciacca an der sizilianischen Südküste, wo an einer 150—200 Meter tiefen Stelle im Jahre 1831 ganz unvermutet eine neue feuerspeiende Insel aus dem Wasser aufgetaucht ist, deren Besitzergreifung erst durch die Engländer, dann durch das Königreich beider Sizilien beinahe zu europäischen Verwicklungen geführt haben würde, wenn nicht Poseidon ein Einsehen gehabt und durch die baldige Zerstörung des neuen Eilandes, das die Söhne Albions Graham-Insel, die Neapolitaner nach ihrem König Ferdinandea, und endlich die Franzosen Julia-Insel genannt hatten, diesen internationalen Zwistigkeiten um einen Schlackenhaufen im Meere vorgebeugt hätte. Noch zweimal in späterer Zeit haben die unterirdischen Gewalten an dieser Stelle wieder rumort, im Juli 1863 und im Oktober 1891, ohne daß es abermals zur Bildung einer Insel gekommen wäre.

Ähnliche Dinge sind ebenfalls in noch anderen Meeresteilen der Erde, so zu wiederholten Malen im Beringmeer, und zwar im Archipel der Alëuten vor sich gegangen, und haben dort zur Auftürmung zweier klippenartig aus den Fluten hervorragender vulkanischer Berge geführt, zu Ende des 18. und

gegen den Schluß des 19. Jahrhunderts. Diese Vulkane erreichten zeitweise die beträchtliche Höhe von 12—1500 Fuß. Auch hier traten bezüglich der Namensgebung Meinungsverschiedenheiten auf, indem man den jüngeren, zuerst um 1883 gebildeten Berg Neu-Bogoslof benannte, zum Unterschied mit dem älteren, aus dem Jahre 1796 stammenden, welcher die Bezeichnung Joanna Bogoslawa erhalten hatte, während andere wiederum den Vulkan von 1883 dem russischen Geologen Grewingk zu Ehren mit dem Namen Grewingkberg belegt haben.

Vierter Abschnitt.

Juvenile und vadose Thermen. Siedequellen oder Geysire. Eine Explosion des Fountain-Geysirs, nach Dr. W. Meyer. Ähnlichkeit zwischen den Geysiren und der strombolianischen Eruptionstätigkeit. Soffioni. Schlammvulkane oder Salsen. Erzlagerstättenbildung durch Sublimation aus Fumarolentätigkeit und durch Absätze juveniler Thermalquellen.

Zu den mit dem Vulkanismus im engeren Sinne zusammenhängenden Erscheinungen gehört auch eine Anzahl von heißen Quellen oder Thermen, welche wir als juvenile bezeichnen wollen. Das im Gegensatz zu den vadosen Thermen, deren Entstehung auf Umstände zurückzuführen ist, welche in den gebirgsbildenden Vorgängen auf unserer Erde (6. Abschnitt) begründet sind, also in Erscheinungen des Vulkanismus im weiteren Sinne. Aber beide Arten vulkanischer Dinge wurzeln ja, wie bereits in den einleitenden Worten zum 1. Abschnitt dieses Buches gesagt worden ist, in einer und derselben Grundursache, in der im Erdinneren vorhandenen Wärmequelle, und demnach sind auch die von beiden Formen vulkanischen Wirkens erzeugten Thermen Wirkungen einer und derselben Kraft, wenn auch auf verschiedenen Äußerungen derselben beruhend. Vadose Thermen sind solche, die aus dem Eindringen von Oberflächenwasser in die Erdrinde hervorgehen, das durch besondere Umstände auf Spalten, Brüchen und Rissen der Erdfeste bis in größere Tiefe derselben gelangte, durch die hier vorhandene Wärme erhitzt und durch den hydrostatischen Druck wieder bis zur Erdoberfläche hinaufgehoben wird. Es sind also heiße

Quellen, deren Wasser an den Kreislauf zwischen der Gesteinshülle, der Lithosphäre und der Lufthülle, der Atmosphäre unseres Planeten gebunden sind. Ihr Name kommt von dem lateinischen Zeitwort vadere, spazierengehen, umherirren, sich herumtreiben. Als Beispiele solcher vadosen Thermen mögen die heißen Quellen von Baden und von Pfäffer in der Schweiz genannt werden. Dagegen war das Wasser der juvenilen Thermen (von juvenis, jugendlich) vor seinem Erscheinen auf der Erdoberfläche noch niemals auf dieser letzteren; es tritt in der betreffenden heißen Quelle eben zum allerersten Male ans Tageslicht und besteht aus verdichteten und einem magmatischen Herde des Erdinneren entstammenden Dämpfen, und seine Herkunft ist demnach abzuleiten von einer allmähligen Entgasung eben dieses vulkanischen Herdes. Sobald das juvenile Thermalwasser die Erdoberfläche erreicht hat, wird es in den vorerwähnten Kreislauf hineingezogen; es wird vados. Der hydrostatische Druck, beim Auftrieb der vadosen Thermen ein so wichtiger Umstand, kommt bei den juvenilen niemals in Frage. Eine charakteristische Eigentümlichkeit dieser letzteren ist das im Sommer und Winter sich durchaus gleichbleibende Mischungsverhältnis der in ihrem Wasser gelösten Substanzen, ihre Konzentration, ihre von den Jahreszeiten nicht abhängige, zuweilen erstaunlich große Ergiebigkeit und ihre stets gleichmäßige Temperatur, einerlei, ob diese eine höhere oder niedrigere ist. Juvenile Thermen sind nicht etwa bloß auf diejenigen Gegenden beschränkt, wo die unterirdischen Gewalten entfesselt sind oder einmal entfesselt waren; man findet solche oft weit entfernt von tätigen oder erloschenen Vulkanschloten, und muß dann zur Erklärung ihrer Entstehung annehmen, daß sich in der Tiefe ein nicht eruptiv gewordener magmatischer Herd, ein im Erstarren begriffener Lakkolith befindet. Die Grenze zwischen juvenilen und vadosen Thermen ist nicht immer leicht zu ziehen, da es heiße Quellen gibt, die nicht recht in der einen oder in der anderen Abart unterzubringen sind und vielleicht als ein Erzeugnis vadosen und juvenilen Wassers aufzufassen sein dürften. Das ist beispielsweise mit den bekannten Thermalquellen von Teplitz der Fall, deren Wasser nach neueren Untersuchungen Grundwasser, also vadoses Wasser ist, das durch in Spalten aus der Tiefe aufsteigende heiße Dämpfe erwärmt und in Thermalwasser umgewandelt wird, wobei natür-

lich, soweit diese letzteren Wasserdämpfe sind, auch Zufuhr von juvenilem Wasser erfolgt. Die Menge der von den juvenilen Thermalquellen mitgeführten gelösten Stoffe kann entweder nur eine sehr geringe sein (schwach mineralisierte Thermen), — Plombières in den Vogesen mit 71° C. oder Bourbon l'Archembault im französischen Zentralplateau mit 53° C. sind Beispiele dafür —, oder auch sehr beträchtlich werden (hochmineralisierte Thermen), wie der Karlsbader Sprudel mit 73,8° C. Nicht nur das Wasser der juvenilen Thermen, auch die von ihnen zutage gebrachten gelösten Stoffe sind juveniler Natur, und nach Süß tragen die Karlsbader Quellen jährlich mehr als eine Million Kilogramm juvenilen Kochsalzes herauf. Juvenil ist aber auch die in solchen Thermen zuweilen in sehr umfangreichem Maße vorhandene Kohlensäure, wie denn überhaupt nach den neuesten Untersuchungen von Delkeskamp die meisten Ausströmungen dieses Gases aus dem Erdboden keinen vadosen Charakter besitzen.

Eine Abart der juvenilen Thermen führt den Namen der Siedequellen oder Geysire, Quellen, die in mehr oder minder regelmäßigen Zeiträumen, also rhythmisch, heißes Wasser in mächtigen Strahlen hoch in die Luft hinaus ausschleudern und Kieselsinter absetzen, zuweilen auch, wenn ihr Kanal kalkige Schichten durchbricht, kalkige Absätze bilden, aus denen sich die Quelle eine zylindrische Röhre aufbaut, die Steigröhre, welche nach oben zumeist in einem Becken endigt. „Blasen von überhitztem Wasserdampf, welche in der Tiefe seitlich in dieses Rohr eintreten, befinden sich unter dem Druck der Wassersäule, die das Rohr erfüllt, und folglich liegt für sie der Siedepunkt noch über 100°, sagen wir in einer bestimmten Tiefe in 124°. Neue heiße Blasen treten hinzu; endlich wird 124° erreicht; dann folgt Explosion; die Wassersäule wird in raschen Stößen in die Luft geschleudert, dabei die Wassersäule unter der Einströmungsstelle plötzlich entlastet, das zylindrische Rohr entleert, und langsam füllt es sich wieder.“ (Süß.) Das ist der Vorgang bei einer Geysireruption, so wie derselbe schon vor vielen Jahren von dem berühmten Chemiker R. Bunsen auf Grund seiner Beobachtungen an dem großen Geysir in Island eingehend erläutert worden ist. Je länger die Steigröhre eines Geysirs infolge des andauernden Absatzes von Kieselsinter im Laufe der Zeit wird, umsomehr nimmt seine Ausbruchstätigkeit ab, weil

der Druck der in der ersteren befindlichen Wassersäule sich naturgemäß auch immer mehr steigern muß und schließlich die Explo-



Abb. 32: Mündung (Becken) des Oblong-Geysirs, Yellowstonegebiet, Nordamerika. Nach Frech.

sion ganz und gar hindern wird. Das Ende ist alsdann oftmals ein tiefes von klarem heißem Wasser erfülltes Becken, eine Geysirzisterne, auf deren Grund man noch die Mündung



Abb. 33: Ausbruch des Old Faithful-Geysir, Yellowstonegebiet, Nordamerika. Nach Frech.

der Steigröhre erblickt. Im Jahre 1772 hatte die erwähnte Siedequelle auf Island jede halbe Stunde einen Ausbruch, 1805 bereits nur noch alle 6 Stunden, 1860 nur noch alle 4 bis 5 Tage, und in der Gegenwart liegt zwischen zwei Explosionen oft ein Zeitraum von 20 Tagen. Noch an verschiedenen anderen Stellen auf der Erde ist das Geysirphänomen entwickelt, so auf Neuseeland, wo die Siedequellen jedoch durch ein gewaltiges Erdbeben im Jahre 1886 eine beträchtliche Einbuße erlitten haben, im Yellowstonegebiet in Nordamerika, wo in den Jahren 1871—1887 ungefähr 84 Geysire in Tätigkeit gewesen sind, die gegenwärtig aber größtenteils zurückgehen, dann in der Nähe des Tengrinor im Hochlande Tibets, auf den Molukken und Celebes. Der große Geysir von Island soll seine Wassersäule bis an 70 Meter Höhe, der Excelsior, die größte Siedequelle im Yellowstonegebiet die ihrige 70—80 Meter hoch hinaufschleudern, und die Menge der von der erstgenannten Siedequelle bei jeder Explosion herausgeworfene Wassermasse ist von Des Cloiseaux auf 160 Kubikmeter geschätzt worden. Bei manchen Geysiren ist die Regelmäßigkeit in der Zeit der Wiederkehr ihrer Explosionen eine erstaunlich große, wie beispielsweise beim „Old Faithful" im Yellowstonegebiet, der pünktlich alle 65 Minuten einen dampfenden Wasserstrahl zehn Minuten lang senkrecht bis zu 50 Metern Höhe emporschickt.

„Ich habe mich", so berichtet Dr. Wilhelm Meyer", „während fünf Eruptionen dieses natürlichen Springbrunnens, die ich an zwei aufeinander folgenden Tagen beobachtete, davon überzeugt, daß die Uhr, nach welcher die Ingenieure und Maschinenführer der Unterwelt arbeiten, genauer geht, als manche dieser zarten Werkzeuge unserer scharfsinnigsten Intelligenz, nach welchen wir unser Tun und Lassen regulieren, wenngleich auch diese Geysiruhr unter verschiedenen Einflüssen gelegentlich auch etwas vor- und nachgehen kann, wie eben auch unsere Uhren. So wirkt auf beide der Barometerstand ein."

Einem Buche desselben Gelehrten haben wir die folgende Schilderung eines Ausbruchs des Fountain-Geysir im Yellowstonelande entlehnt, die in ausdrucksvoller Weise die Herrlichkeit einer derartigen Erscheinung beschreibt. Er sagt:

„Ein kristallklarer, absolut ruhiger See liegt vor uns (das von Kieselsinter eingerahmte etwa 10 Meter im Durchmesser besitzende Becken des Geysir). Wir verfolgen die immer tiefer

blauenden, korallenbankartigen Vorsprünge, welche die Wände des ungeheuren Trichters schmücken, bis in den finsteren Abgrund hinein. Niemals würde man, selbst gewöhnt an diese seltsamen Erscheinungen, auf den Gedanken kommen, daß dieses schöne stille Wasser alle zwei bis drei Stunden der Schauplatz einer so wildschönen, imposanten Kraftäußerung sei.

Im Laufe der halben Stunde, während welcher ich auf den Beginn des Schauspiels wartete, sah ich ganz langsam den Spiegel des blauen Seeauges steigen. Dann perlten an einer gewissen Stelle des Randes einige Luftblasen auf, die sich mehrten, bis hier eine kleine Einbuchtung des Randes in beständigem Kochen war. Nun begann es auch an anderen Randpartien zu brodeln, und schließlich wallte es auch gelegentlich aus der Mitte auf. Nun glich der Pfuhl bald einem Riesenkessel voll siedenden Wassers. Pulsierend wurde das Sieden heftiger und wieder schwächer, und ab und zu spritzte es so hoch auf, daß wir zeitweilig vom Rande einige Schritte zurücktreten mußten. Da plötzlich ein Donnern in der Tiefe unter unseren Füßen, das höher kam, und nun entfaltete sich das Wunder. Der ganze See flog und zerstob mit einem Male zischend und brausend in die Luft! Eine Wassersäule, so breit wie das Mittelschiff des Stefansdomes und auch so hoch wie dieser und sich abdachend gleich ihm, erfüllte die Luft rings mit Millionen und aber Millionen strahlender Diamanten, in welche die zerstiebenden Tropfen sich verwandelt zu haben schienen, eine weißleuchtende, ungeheure Garbe aus siedendem Wasser und wirbelndem Dampf, die sich mit unbeschreiblicher Pracht von dem blauen Himmel abhob. Und dieses Schauspiel hielt mit ungeschwächter Kraft mindestens eine Viertelstunde lang an! Nach allen Seiten hin schleuderte der Schlund mächtige Wasserstrahlen empor, dem diamantenen Riesenbukett immer andere Formen gebend! Und vor der Schönheit dieses Phänomens, gewirkt aus sprühendem Tropfenspiel, aus himmelblau- und weißstrahlenden Wolkenballen, vergaß man jede Furcht vor diesem wilden Ausbruche ungeheurer Gewalten, welche imstande waren, einen Wasserstrahl von zehn Meter Dicke so lange Zeit emporzutreiben! Nur Entzücken und Staunen waren die Empfindungen, welche unser Herz höher schlagen ließen, als wir dieses Wunder, ihm auf wenige Schritte nahe, vor unseren Füßen aus der Tiefe aufsteigen sahen!

Und fast noch mehr staunen mußten wir, als noch plötz-

licher, als sie begonnen hatte, die Tätigkeit wieder aufhörte. Ich habe keinen anderen Vergleich, als den ich schon einmal gebrauchte, daß man wähnen muß, ein Ventil würde schnell zugedreht; so im Laufe von kaum einer halben Minute nahm die bis dahin ungeschwächte Kraft des Ausbruchs bis zur völligen Ruhe ab. Unmittelbar darauf konnten wir wieder hart an den Rand des Schlundes treten, aus dem vor wenigen Sekunden noch ein siedender Wasserberg turmhoch emporschoß! Nun liegt der blaue Pfuhl wieder so ruhig, so friedlich da, und wir sehen, sinnverwirrt von dem wundervollen Rätsel, wieder in die mysteriöse Tiefe hinab".

Wir haben bereits im vorigen Kapitel (Seite 81) der rhytmischen Explosionen gewisser in strombolianischer Tätigkeit befindlicher Vulkane Erwähnung getan. Die Zwischenpausen bei denselben können, ebenso wie bei den Geysiren, sehr verschieden sein und nur einige Sekunden, oder auch eine Anzahl von Stunden betragen. Beim Vesuv zeigte dieses rhytmische Pulsieren im November 1867 täglich zwei so regelmäßige Maxima, daß man, wie Süß schreibt, sogar irrtümlicher Weise einen Zusammenhang mit Ebbe und Flut vermutete, weil die strombolianische Zwischenpause 12 Stunden betrug. Im Monat März 1871 konnte der genannte Forscher zusammen mit dem bekannten deutschen Geologen Gerhard vom Rath und einigen anderen Herrn in einem kleinen seitlich vom Hauptschlot des Vulkans entstandenen Nebenkrater ein regelmäßig nach je 6—8 Sekunden wiederkehrendes Aufleuchten beobachten, während der gleichfalls regelmäßige Rhythmus im Hauptkrater 2 Minuten lange Intervalle zeigte. „Die beiden Ausbruchsstellen waren also in dieser Beziehung voneinander selbständig, da sie aber sicher einer gemeinsamen tieferen Esse entsprangen, konnte die Teilung nur in den oberen Horizonten, etwa an der Stelle der Abtrennung des Nebenkraters, eintreten, und die Verschiedenheit des Baues der obersten Teile der Esse mußten maßgebend sein für den Rhythmus. Die Analogie mit dem Geysir war so groß, daß der Schluß sich aufdrängen mußte, der Vesuv selbst sei nur eine Form von Siedequellen. Am folgenden Tage gelang es uns in das Innere des Nebenkraters einzutreten. Wir sahen in seiner Esse die Lohe in je 6—8 Sekunden um etwa einen Meter ansteigen; dann lösten sich aus der siedenden Masse kopfgroße Blasen, und glühende Fetzen von Schlacke

wurden hoch in die Luft geschleudert. Hierauf sank die Lohe im Schlunde, eine neue Schlackenrinde bildete sich sofort, um durch eine neue Explosion wiederum in großen Garben ausgeworfen zu werden. Wolken von Wasserdampf schwebten um die Ausbruchstelle; auch Chlorwasserstoff (Salzsäure) und schweflige Säure waren anwesend. Im allgemeinen war es aber doch nur das Bild eines Geysirs, der neben diesen überhitzten Gasen auch geschmolzenes Gestein auswarf.“ (Süß).

Die im Nebenkrater aufsteigenden Gasblasen sind also nach dem genannten österreichischen Forscher selbst die Wärmebringer gewesen, genau so wie die heißen in das Sinterrohr des Geysirs eindringenden Gasblasen. Sie brachten die Laven durch Abgabe von Wärme auf die für ihre Dünnflüssigkeit notwendige Temperatur und zum rhythmischen Auf- und Niederwallen; diese nach regelmäßigen Zwischenpausen wiederkehrende Art der strombolianischen Eruptionstätigkeit würde daher auf die gleichen Grundsachen zurückzuführen sein, wie die den Ausbruch eines Geysirs bedingenden.

Sehr innige Verwandschaft mit den Geysiren haben die Soffioni, die vielleicht sogar den Fumarolen am nächsten stehen. Es sind 10—30 Meter hohe Ausströmungen heißer Wasserdämpfe mit einer Temperatur von 100—175° C., die mit Kohlensäure und schwefliger Säure, auch mit Methan untermengt sind und sich in Lagoni genannten Becken verdichten, indem sie die mitgeführte Borsäure (Sassolin) abgeben, die sich in weißen glänzenden Flittern absetzt und zu industriellen Zwecken ausgebeutet wird. Die bekanntesten Soffioni sind diejenigen von Volterra in der Toscana und im Westen der Union, so in Kalifornien, Oregon, Newada und Arizona.

Eine noch andere Gruppe von Erscheinungen, die aber nicht alle mit vulkanischen Vorgängen verbunden sind, stellen die Schlammvulkane oder Salsen dar, kleine hügelartige Erhebungen, aus deren kraterförmig eingebuchteten Gipfeln Ausflüsse von zähem Schlamm erfolgen. Bei einigen derselben wie beispielsweise bei denjenigen von Paterno am Ätna können wohl nach Deecke vulkanische Ursachen mit in Frage kommen, indem Kohlensäure, wie sie am Fuße des sizilianischen Vulkans an mehreren Punkten hervordringt, an dieser Stelle das treibende Element ist, und ein innerer Zusammenhang mit dem Vulkan nachgewiesen sein soll. Auch kennt man auf der Insel Celebes

einen Schlamm und Steine auswerfenden Vulkanberg, den Lokon. Die Mehrzahl dieser Schlammsprudel, wie man nach dem Vorgang von Gümbel solche Gebilde besser nennen dürfte, um durch den Namen nicht irre zu führen, hat mit dem Vulkanismus nichts oder in nur höchst indirekter Weise zu tun. Sie treten vielmehr an Stellen auf, „wo unter der Oberfläche und unter Tonen oder Mergeln organische Stoffe einer langsamen Zersetzung unter Bildung von Kohlenwasserstoffen unterliegen. Die dabei entstehenden Gase, meistens Sumpfgas und Kohlensäure, steigen auf Rissen in den hangenden weichen Gesteinen auf und heben den mit Wasser angefeuchteten weichen Schlamm bis zum Über- und Ausfließen empor.“ (Deecke) Die Schlammströme, denen diese Schlammsprudel das Leben geben, sind nur von geringer Größe und meist kaum 20—50 Meter lang. Doch kommen auch Ausnahmen vor, denn von der Salse des Monte Gibbio bei Sassuolo in der Emilia wird berichtet, daß sie 1835 einem an 1 Kilometer langen Schlammstrom das Leben gegeben habe, und nach Plinius hat ein gleicher Vorgang bereits im Altertum dort stattgefunden. Salsen sind weitverbreitete Erscheinungen auf der Erde und treten neben den italienischen Vorkommen (Apenninen, Sizilien) in der Krim, am Kaspischen Meer, in Neugranada, auf Trinidad, Java, usw. auf.

Wir greifen nunmehr etwas zurück, auf das über die Fumarolen Gesagte (Seite 74), wo gezeigt wurde, daß diese Dampfausströmungen die Chloride verschiedener Metalle mit sich führen, welche durch die Reaktion der Wasserdämpfe als Saüerstoffverbindungen niedergeschlagen und auskristallisiert werden. Wir erinnern an die Umwandlung des Eisenchlorids in Eisenglanz, einen gleichfalls an der ebengenannten Stelle erläuterten Vorgang. Denken wir uns nun Dämpfe von der Beschaffenheit, wie wir sie bei den Fumarolen kennen gelernt haben, einer im Erstarren begriffenen magmatischen Masse in der Tiefe entstammend und durch Spalten und Fugen der über dieser lastenden Gesteinsreihe hindurchziehend, so wird das Gleiche geschehen, wie bei den Fumarolenexhalationen. Es müssen sich durch gegenseitiges Aufeinanderwirken der verschiedenen gasigen und dampfförmigen Substanzen allerhand Verbindungen bilden, welche an den Wänden dieser Spalten, Fugen und Klüfte niedergeschlagen, sublimiert, werden, und wenn die allmählige Entgasung des

Magmaherdes recht langsam vor sich geht, können im Verlaufe der Aeonen diese Hohlräume in der Gesteinshülle der Erde von den erwähnten Neubildungen gänzlich ausgefüllt werden, und auf solche Weise Erzlagerstätten, Erzgänge, entstehen. Nicht alle Erzgänge sind derartigen Ursprungs, sondern nur ein bestimmter Teil derselben, denn die Umstände, von welchen ihre Bildung abhängen kann, sind sehr verschiedener Natur, und deren Besprechung gehört nicht in den Rahmen dieser Ausführungen. Durch Sublimation entstandene Erzlagerstätten sind beispielsweise die berühmten Zinnerzvorkommnisse von Altenberg, Zinnwald und Schlackenwald im Erzgebirge, und von Cornwall. Sie sind durch gasförmige Ausströmungen von Fluor, Chlor Bor usf. erzeugt worden, Stoffe die auch in den trockenen Fumarolen nachzuweisen sind. In denjenigen von Vulcano sind fast alle für diese Zinnlagerstätten bezeichnenden Elemente, als Lithium, Zinn, Wismuth, Bor, Phosphor, Arsen und Fluor aufgefunden worden. Man kann diesen Vorgang der Zinnerzbildung sogar experimentell nachmachen, wie das Daubrée getan hat, indem er überhitzte Wasserdämpfe auf Zinnchlorid einwirken ließ und kleine Kristalle von Zinnstein erhielt. Eine mehr und mehr zunehmende Erkaltung des die Dämpfe erzeugenden magmatischen Herdes wird allmählig dazu führen, daß diese ersteren sich verdichten, sich kondensieren müssen, um dann nicht mehr in Dampfform, sondern in der Gestalt von heißen Quellen aufzusteigen. Auch diese sind mit allerhand Substanzen in gelöstem Zustande beladen und werden ihrerseits ebenfalls die Spalten und Klüfte, auf denen sie zur Erdoberfläche empordringen, mit ihren mineralischen Absätzen austapezieren und mehr oder minder vollständig ausfüllen. Ist es doch eine feststehende Tatsache, daß sehr viele Thermalquellen in engster Verbindung mit Erzgängen sind, so diejenigen von Plombières in den Vogesen, von Hammam Bira in Algerien, von Ems, usf., und daß der Bergbau auf manchen Erzgängen warme Quellen angetroffen, erschrotet hat. Erzlagerstätten, die durch Sublimation, durch den Niederschlag heißer Dämpfe gebildet wurden, hat man pneumatolytische Formationen genannt, und solche, die einen Absatz aus heißen aufsteigenden Quellen darstellen, hydrothermale.

Fünfter Abschnitt.

Vulkangruppen. Etwaige Beziehungen zwischen den Vulkanen und den Meeresküsten. Über die Herkunft der Wasserdämpfe in den Vulkanen. Emanationstheorie. Die Anschauungen Armand Gautiers vom Ursprung des vulkanischen Wassers. Die Lehre vom wasserlosen Vulkan, nach A. Brun. Infiltrationstheorie. Aufpressungstheorie. A. Stübels Lehre von der Panzerdecke, den peripherischen Herden und der Volumenvermehrung des Magmas. Stübels monogene Vulkane, Calderaberge und polygene Vulkane. Die peripherischen Herde des Athanasius Kircher.

Die Vulkane treten meist in Gruppen auf, die sehr oft sowohl erloschene, als auch tätige Feuerberge umfassen. So beispielsweise die Gruppe der Aeolischen Vulkane, zu der die verschiedenen noch tätigen und bereits erloschenen Krater der Liparischen (Aeolischen) Inseln gehören, die Gruppe des Cotopaxi in Ecuador, welche aus sieben gewaltigen Feuerbergen besteht, von denen drei noch tätig sind (Cotopaxi, Sincholagua und Antisana) und vier erloschen, usf. Allerdings kennt man auch vereinzelt vorkommende Vulkane, besonders auf Inseln, aber man hat es, wie das von Mercalli betont wurde, in solchen Fällen wohl auch nur mit Feuerbergen von Vulkangruppen zu tun, deren übrige Ausbruchsstellen unter dem Meeresspiegel liegen und sich somit unserer Beobachtung entziehen. Betrachtet man die Verteilung der Vulkane auf einer Weltkarte, so hat es den Anschein, als ob dieselben fast durchweg in der Nachbarschaft des Meeres liegen, und es ist aus diesem Umstand in früheren Jahren denn auch der falsche Schluß gezogen worden, daß enge Beziehungen zwischen der unmttelbaren Meeresnähe der Feuerberge und den Ursachen ihrer Entstehung vorhanden sein müßten, insofern als dadurch dem Wasser des Ozeans Gelegenheit gegeben würde, bis zu den unterirdischen Magmabehältern hinabzugelangen und deren Inhalt alsdann ausbruchsfähig zu machen. Je genauer und besser die Erdoberfläche bekannt wurde, umsomehr hat sich jedoch auch das Irrtümliche einer derartigen Ansicht herausgestellt. In Wirklichkeit gibt es Vulkane, die viele hundert Kilometer von der Küste entfernt sind; auch die auf unseren kartographischen Darstellungen scheinbar unmittelbar am westlichen Küstenrand von Südamerika gelegenen mächtigen Vulkanriesen von Kolumbien, Ecuador, Peru und Bolivia liegen 150—350 Kilometer vom Meeressaume ab, und die Feuerberge von Mergen in der Mandschurei, die vor 200 Jahren noch tätig gewesen sind, sogar

700 Kilometer! Im allgemeinen lassen sich jedoch für gewisse Gebiete unserer Erde nachbarliche Beziehungen zwischen den Vulkanen und den Küstenlinien durchaus nicht verkennen, der Begriff „nachbarlich“ hier in etwas weiterem Sinne gebraucht, und es bedarf nur eines Blickes auf eine die Verbreitung der Feuerberge auf unserer Erde darstellende Karte, um das in ganz auffallender Weise für die Umrandung des Pazifischen Meeres festzustellen. Daß diese Tatsache nicht eine zufällige ist, das werden wir später noch sehen. Aber mit der bereits weiter oben ausgeführten und wohl auch endgiltig abgetanen Theorie des dadurch ermöglichten Wasserzutritts zum Magma hat dieser Umstand nichts zu schaffen. An und für sich mußte diese Hypothese sehr nahe liegen, tritt doch bei jedem vulkanischen Ausbruch Wasserdampf in größerer oder geringerer Menge aus dem Vulkanschlot aus, wie bereits auf Seite 44 betont worden ist, und sind doch auch die übrigen vom Vulkan ausgehauchten gasigen Stoffe durchweg nur solche, die sich auch im Meerwasser wiederfinden, oder aus der Umwandlung dieses letzteren gebildet werden können. Über die Art und Weise, auf welche das Meerwasser zum Magma gelangte, hatte man auch allerhand Vorstellungen. Man nahm ein plötzliches Aufklaffen des Meeresgrundes an, wodurch größere Mengen von Wasser mit dem Glutbrei in Berührung kamen, oder auch nur ein langsames Einsickern des ersteren in die Erde, eine Möglichkeit, die auf experimentellem Wege bewiesen wurde.

Auf derartige Einsickerungsvorgänge führten verschiedene Forscher das Vorhandensein des Wasserdampfes im Magma zurück, und zwar ist es nach ihrer Ansicht durchaus nicht nötig, daß es gerade Meerwasser ist, denn ebensogut wie dieses vermag Süßwasser auf gleicher Weise in die Tiefen der Erde einzudringen und auf dem Wege dahin aus den Gesteinen, durch welche es sich hindurchdrängen muß, verschiedene auch im ersteren vorhandene Stoffe zu entnehmen, soweit solche nicht schon von vornherein im Magma selbst enthalten sind. Tschermak, und mit ihm Süß dagegen haben die Emanationstheorie aufgestellt, die uns bereits bekannte Lehre, daß es auf der Erde zweierlei Arten von Wasser gibt, juveniles und vadoses, und daß das juvenile Wasser den magmatischen Herden entstammt, also als eine Folge der Entgasung derselben angesehen werden muß (Seite 83). Alles Wasser auf unserem Planeten ist nach

dieser Anschauung einmal juvenil gewesen, und das Wasser der Meeresräume sowohl als auch alles übrige, das sich an der Erdoberfläche findet oder von dieser aus in die Erdkruste hineingesickert ist, ist auf solche Weise entstanden. Nicht die Vulkane werden von den Infiltrationen des Meeres gespeist, sagt Süß, sondern die Meere erhalten durch jede Eruption Vermehrung. Dieses juvenile Wasser und die übrigen von dem Vulkanschlot an die Erdoberfläche geförderten Substanzen bezeichnet der genannte Forscher als den „Zutrag aus der Tiefe."

Um die Wichtigkeit dieses Vorgangs für den Haushalt der Natur ganz zu erfassen, müssen wir uns vergegenwärtigen, daß ein Teil des vadosen Wassers, das in das Erdinnere eindringt, überhaupt nicht mehr nach oben gelangt, sondern hier festgehalten wird, indem sein Sauerstoffgehalt dazu dient, eine Reihe von in der Gesteinshülle unseres Planeten enthaltenen Stoffen zu oxydieren. Damit wird diese Wassermenge dauernd dem Kreislauf zwischen Lithosphäre und Atmosphäre entzogen. Außerdem sind aber noch sämtliche Gesteinsmassen unserer Erde von Wasser, der Gebirgsfeuchtigkeit, förmlich durchtränkt, deren Menge etwa 5 Prozent des gesamten vadosen Wassers ausmachen dürfte.

Mit zunehmendem Alter unseres Gestirns wird diese von der Erdfeste aufgesogene Wassermasse eine immer größere werden, und wenn nicht der Zutrag aus der Tiefe erfolgte, und wenn nicht die Vulkane stets neues juveniles Wasser an die Erdoberfläche brächten, so müßte das vadose Wasser mehr und mehr an der Erdoberfläche abnehmen und im Laufe der Äonen ganz von derselben verschwinden. Damit aber würde jede Betätigung des organischen Lebens unterbunden und vernichtet werden.

Nehmen wir den Fall an, daß ein in der Erdfeste vorhandener Gesteinskörper aus irgend welchen, später noch zu erörternden Gründen wieder in so große Tiefen hinabsinkt, daß er infolge der hier herrschenden Temperatur wieder umgeschmolzen und glutflüssig wird, so muß die in demselben gebundene Wassermenge naturgemäß wieder in den freien Zustand kommen. Ein französischer Gelehrter, Armand Gautier, hat sich in der jüngsten Zeit damit beschäftigt, experimentelle Beweise für diesen Fall zu erbringen, indem er verschiedene Gesteine, welche er zuvor durch Erhitzen auf 200° C vollständig getrocknet

und fein zerstoßen hatte, bis auf eine der Rotglut benachbarte sehr hohe Temperatur brachte, um die dabei entweichenden Mengen von Wasserdampf und anderen Gasen festzustellen. Er fand, daß ein auf solche Weise behandeltes Kilogramm Granit 10 Gramm Wasser ergab und ein demjenigen des Gesteins etwa 6—7 mal überlegenes Volumen von Gasen. Nach diesen Resultaten müßte ein Kubikkilometer Granit 26640000 Tonnen, mehr als 26 Millionen Kubikmeter Wasser enthalten, neben 7 Millionen Kubikmeter diverser Gase, diese berechnet auf eine Temperatur von 15° C. Ihr Volumen würde sich aber verdreifachen müssen bei Zugrundelegung ihrer hohen Entstehungstemperaturen. Nun ist dieses Wasser nicht etwa Gebirgsfeuchtigkeit, denn diese wurde ja bereits beim Trocknen des Gesteins zum allergrößten Teile ausgetrieben, sondern in den Mineralien des Granits chemisch gebundenes Wasser. Die Gase, welche Gautier aus dem Granit herausgezogen hat, sind freier Wasserstoff (an 77 %), Kohlensäure (15 %), verschiedene andere Kohlenstoffverbindungen, Stickstoff und Argon, lauter Substanzen, die auch in den Fumarolen verschiedener Vulkane nachgewiesen werden konnten. Die Untersuchungen an anderen Tiefengesteinen ergaben durchaus ähnliche Resultate. Auf Grund dieser Versuche von Gautier würde für die Erklärung des Vorhandenseins der großen Wasserdampfmassen in den Vulkanen die Annahme einer Infiltration vadosen Wassers von der Erdoberfläche bis zum Magma ebensowenig nötig sein, wie die Emanationstheorie. Es würde der Umstand, daß irgend ein aus derartigen Gesteinen bestehendes Stück der Erdfeste wieder in entsprechend große Tiefen hinabsinkt, vollständig genügen, um diesen Wasserdampf hervorzubringen. Während der großen, 200 Tage andauernden Eruptionsperiode des Ätna im Jahre 1865 hat dieser Vulkan täglich etwa 11000 Tonnen Wasser ausgehaucht, im Verlaufe der ganzen Ausbruchszeit also etwas mehr als 2 Millionen Tonnen. Ein Viertelkubikkilometer eines in Umschmelzung befindlichen Tiefengesteins hätte also schon diese gewaltige Wassermasse hergeben können!

Im Gegensatz zu allen diesen Anschauungen steht der Satz, den, ebenfalls in allerneuester Zeit, ein Genfer Gelehrter, Albert Brun, ausgesprochen und zu beweisen versucht hat: der Vulkan ist wasserlos. Die weißen Dampfwolken, welche viele Feuerberge von sich geben, auch wenn dieselben sich im Ruhezustande

zwischen zwei Eruptionsperioden befinden, rühren nach dem Genannten nicht etwa von Wasserdämpfen her, sondern von sehr flüchtigen, sauren Ammoniaksalzen, und die Wasserdämpfe, welche der Vulkan bei Ausbrüchen ausschleudert, stammen lediglich nur von vadosem Wasser her, das durch die porösen Gesteine des Kegels bis zu gewissen Tiefen eindringt, um dann mit den eigentlichen eruptiven Massen wieder ausgestoßen zu werden. Nach Brun sind die Fumarolen sämtlich trockener Art, und wenn ihre Gasexhalationen mit Wasserdämpfen untermischt sind, so ist die Ursache für diese letzteren ebenfalls in dem Umstande zu suchen, daß oberflächliches Wasser hinzugetreten ist. Aber aus dem Vulkanherde selbst stammt dieses Wasser nicht; es ist weder juveniles Wasser im Sinne von Süß, noch durch Infiltration von tellurischen Wassermassen bis zum Magmabehälter dem Glutbrei beigemengtes, noch endlich durch Umschmelzung bereits verfestigt gewesener Gesteine in der Tiefe wieder freigewordenes, chemisch gebundenes Wasser, wie Gautier das meint. Im Rahmen dieser mehr allgemein gehaltenen Darstellungen über den Vulkanismus können wir auf die sehr interessanten Ausführungen von Brun nicht näher eingehen. Nur noch soviel davon, daß dieser Forscher seine Behauptungen nicht etwa auf theoretische Betrachtungen gestützt, sondern durch Untersuchungen an verschiedenen tätigen Vulkanen Europas begründet hat. Und ebenso müssen wir uns versagen, das Für und Wider dieser Ansichten hier kritisch zu erwägen, und die Richtigkeit der aus diesen Beobachtungen gezogenen Folgerungen zu prüfen, die Brun in den Worten zusammengefaßt hat: die alte Wassertheorie, welche dem Wasser eine führende Rolle bei den vulkanischen Explosionen und den Lavaergüssen zuschreibt, muß zurückgewiesen werden. Denn diese Erscheinungen werden durch verwickelte chemische Vorgänge hervorgebracht, die in der Lava selbst vor sich gehen und lange Zeit hindurch im Vulkanschlot verbreitet werden. Äußere Anzeichen für diese im Inneren des Vulkans sich vollziehenden Erscheinungen sind die vom Krater ausgehauchten salzsauren und ammoniakalischen Dämpfe.

Falls sich die Beobachtungen von Brun sowie die aus denselben gefolgerten Schlüsse als richtig erweisen sollten, so würde dieser Umstand allerdings eine Ansicht, die in der Gegenwart sehr viele Anhänger hat, wesentlich erschüttern, nämlich, wie das ja bereits aus den soeben angeführten Worten des

Genfer Forschers erhellt, die Lehre, daß das ursprünglich im Magma gebundene oder bis zu demselben gedrungene und beim Eruptionsvorgang freiwerdende Wasser die treibende Kraft bei den vulkanischen Ausbrüchen ist. Diese Lehre ist schon sehr alt, und die scheinbare Nachbarschaft der Vulkane mit den Meeren, von der wir vorhin geredet haben, war ihr eine starke Stütze. Meereswasser drang eben plötzlich bis zum glutflüssigen Magma hinab, und bei der Berührung beider mußte eine Explosion erfolgen. Eine einfachere Erklärung für einen vulkanischen Paroxysmus gab es gar nicht! Das Unhaltbare dieser Anschauungen ist jedoch ziemlich bald erkannt worden, und man hat eingesehen, daß, wenn Wasser wirklich die treibende Kraft bei den vulkanischen Erscheinungen ist, die dabei platzgreifenden Vorgänge sicherlich sehr viel verwickelterer Natur sein müssen. Man nahm dann die ebenfalls schon kurz berührte Möglichkeit, daß Wasser von der Oberfläche aus langsam bis zum Magma durch die feste Gesteinshülle unseres Planeten hindurchsickern könne, die Infiltrationstheorie zu Hilfe; in größeren Tiefen muß sich dieses Sickerwasser allmählich in Dampf umwandeln und als solcher seinen Weg abwärts fortsetzen, um dann vom Magma aufgenommen, absorbiert zu werden. Diese Absorptionsfähigkeit des Glutbreies soll proportional dem Drucke, der in diesen Tiefen waltet, zunehmen, solange dieser sich in mäßigen Grenzen hält. Je mehr dieser aber dann zunimmt, um so geringer wird auch die Absorptionsfähigkeit des Magmas, und schließlich muß sogar der Augenblick kommen, in dem sie gänzlich aufhört, so daß alsdann das letztere und der Wasserdampf gesondert voneinander verharren werden. Eigentlich müßte bei der in derartigen Tiefen zweifellos herrschenden, sehr hohen Temperatur der Wasserdampf in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff zerfallen, sich dissoziieren, aber der in diesen Regionen der Erdfeste gleichfalls vorhandene hohe Druck arbeitet diesen zerlegenden Eigenschaften der Temperatur wiederum entgegen, so daß der Wasserdampf in nicht dissoziiertem, wenn auch glühendem Zustande hier bestehen kann.

Im Augenblicke, in dem das Magma aus irgend welchen Umständen eruptiv wird, ändern sich auch die Druckverhältnisse, wodurch dann die dissoziierende Gewalt der hohen Temperatur wieder zu ihrem Rechte kommt; erst in den höheren Teilen des Vulkanschlots findet die Wiedervereinigung der getrennten beiden

Gase zu Wasserdampf statt, ein Vorgang, auf welchen man die gewaltigen Detonationen bei so manchen vulkanischen Ausbrüchen zurückführen will.

Die Spannkraft der aus dem Magma entweichenden Gase, in erster Linie der überhitzten Wasserdämpfe, ist also nach der Ansicht mancher Vulkanologen die Triebfeder bei den vulkanischen Ausbrüchen. Ihrer Macht ist es auch allein zu verdanken, wenn die glühenden Lavasäulen mehrere tausend Meter hoch hinaufgetrieben werden und aus den Gipfelkratern von Vulkanriesen wie der Ätna oder diejenigen Südamerikas auszutreten vermögen. Der Umstand, woher dieses Wasser kommt, ob es juveniler Natur, oder infiltriertes, oder gar freigewordenes früher chemisch gebundenes ist, das ist für die Sache selbst ohne Bedeutung.

Wenn nun A. Brun recht hätte mit seiner Ansicht vom wasserlosen Vulkan, was dann? Was könnte dann die treibende Kraft bei den vulkanischen Ausbrüchen sein?

An anderen Erklärungsversuchen für die hier in Frage stehenden Dinge fehlt es dem Geologen nicht, und wenn die eine Theorie versagt, so greift man eben zu einer anderen. Da ist zunächst eine Lehre vorhanden, die ebenfalls ihre Gläubigen hat, so gut wie die Wassertheorie, diejenige, der wir die Bezeichnung Aufpressungstheorie geben wollen. Dieselbe geht von der Tatsache aus, daß die feste Erdkruste kein durchaus zusammenhängendes Ganzes bildet, sondern aus einer Anzahl Schollen besteht, die meist mehr oder weniger gegeneinander verschoben sind und sich teils noch verschieben. Der Berliner Geologe Branca hat einmal in einer seiner Abhandlungen über Wirkungen und Ursachen der Erdbeben, welche man auch in dem diesem Buche beigefügten Literaturverzeichnis aufgeführt findet, ein äußerst lehrreiches Bild gebraucht, um die Schollenbildung der Erdkruste recht verständlich zu veranschaulichen. Er sagt: „Ein runder, tiefer Teich. Die Böschung seiner Ränder nicht senkrecht, sondern sanft, recht schräg nach innen abwärts laufend. Dieses Becken bis zu dem oberen Rande voll Wasser, das eine Eisdecke trägt. Jetzt lassen wir durch ein am Boden angebrachtes Abflußrohr das Wasser ganz allmählich abfließen. In demselben Maße muß nun die Eisdecke sich senken. Dabei zerbricht sie in zahlreiche Schollen, die auf dem Wasser schwimmen. Da aber die Ränder des Teiches nicht senkrecht, sondern schräg

abgeböscht sind, so nimmt die Oberfläche des Wassers einen immer kleineren Umfang an, je tiefer der Wasserspiegel sich senkt. Die starren Eisschollen dagegen behalten ihren ursprünglichen Umfang unverändert bei. Sie sind daher gezwungen, sich dem immer kleiner werdenden Umfange des Wassers unaufhörlich anzupassen. Dadurch entsteht ein gewaltiger, gegenseitiger horizontaler Druck, den die zusammengepferchten Schollen aufeinander ausüben.

Der Erfolg liegt auf der Hand; ein Teil der Schollen muß dem Seitendruck nachgeben. Die stärksten sinken in unveränderter horizontaler Lage mit dem Wasserspiegel hinab. —

Übertragen wir dieses Bild auf den Erdball. Einst glühend hat er sich jetzt längst mit einer erkalteten Kruste umgeben; im Inneren aber bewahrt er noch seine Glut. Das Innere kühlt sich daher fortgesetzt, durch die Rinde hindurch, gegen das eisige Weltall ab. Dabei zieht es sich natürlich zusammen und verringert stetig, wenn auch unendlich langsam, seinen Umfang. Das Erdinnere übernimmt also die Rolle des Wassers im Teiche. — In demselben Augenblick, in welchem der Erdkern auch nur Miene macht, sich von der Erdrinde zurückzuziehen, zerbricht das Kugelgewölbe, ganz wie die Eisdecke, in zahlreiche Schollen; und diese sinken dem schwindenden Erdkern, auf dem sie schwimmen, nach, wie die Eisschollen dem sinkenden Wasserspiegel." Denken wir uns nun an irgend einer Stelle der Erde eine solche im Niedersinken begriffene Scholle, so muß dieselbe auf den unter ihr befindlichen Glutbrei drücken und diesen in der zwischen ihr und der Nachbarscholle bestehenden Kluft oder Spalte hinaufpressen. Die Erdoberfläche ist 510 Millionen Quadratkilometer groß. Man hat nun berechnet, daß, wenn die Erdkruste sich nur um einen Millimeter zusammenziehen würde, allein 510 Lavaausbrüche erfolgen müßten, deren ein jeder einen Kubikkilometer Umfang besäße. Wir haben aber bereits auf Seite 73 kennen gelernt, daß der Kubikinhalt der bedeutendsten Lavaströme der Gegenwart $^1/_3$ bis $^1/_2$ Kubikkilometer nicht übersteigt!

Noch eine andere, in den jetzigen Tagen sehr im Vordergrund stehende Erklärung für den Auftrieb des Magmas an die Erdoberfläche kann der Hilfe des Wassers entbehren. Es ist die von dem sächsischen Vulkanologen Alphons Stübel, dem langjährigen Erforscher der Feuerberge von Ecuador,

in die Wissenschaft eingeführte Anschauung, daß das Magma im Laufe seines im Innern der Erde vor sich gehenden Abkühlungsprozesses einmal oder auch mehrmals einen kritischen Punkt erreichen muß, an dem es sich plötzlich ausdehnt. Der Raum, in dem es eingeschlossen ist, wird für dieses auf solche Weise vergrößerte Volumen des Glutbreies zu klein, so daß dieser gezwungen wird, sich einen Ausweg zu schaffen, indem er eruptiv wird. In seinem soeben angezogenen Bilde geht Branca von der Voraussetzung aus, daß im Erdinnern unterhalb der festen Gesteinshülle eine Zone feurigflüssigen Materiales vorhanden ist, auf welchen die Schollen der Erdrinde schwimmen, eine unter den Fachleuten vielverbreitete und viel für sich habende Anschauung. Stübel teilt diese letztere nun nicht. Nach seiner Ansicht haben zur Zeit, als der Erdball nur erst eine ganz dünne Erstarrungskruste trug, gewaltige Ausbrüche des magmatischen Inneren stattgefunden, welche die Erstarrungskruste im Laufe der Aeonen von unten nach obenhin immer mehr und mehr verstärkten, verdickten und verfestigten, so allmählich um das glutige Erdinnere eine mächtige Panzerdecke schaffend, in welcher Reste noch nicht erstarrten Magmas erhalten geblieben sind, peripherische Herde, solche die regellos im Erdinnern verteilt sind, entweder für sich abgeschlossen oder auch noch durch Kanäle mit dem glühenden Erdkern in Verbindung stehend. In diesen Einzelherden geht nun die obenerwähnte Volumenvergrößerung des Glutbreies vor sich. Wenn dieser dann ausbruchsfähig wird, sprengt er die auf ihm lastende Gesteinsdecke, oder er schmilzt sich einen röhrenartigen Kanal durch die letztere bis zur Erdoberfläche hindurch. Es würde also ein automatischer (selbsttätiger) Auftrieb, wie Löwl diesen Vorgang genannt hat, stattfinden, dessen Ursachen eben im Magma selbst, in seiner Volumenvergrößerung zu suchen sind. Mit dieser letzteren steht und fällt die Lehre Stübels. Es sind Stimmen laut geworden, welche die Möglichkeit einer Volumenvermehrung des Magmas beim Erstarren zugeben, während andere wiederum auf experimentalem Wege nachgewiesen haben, daß sich dasselbe beim Abkühlen im Gegenteil zusammenziehen muß.

Stübel hat seine Lehre in einer Reihe von sehr geistreichen und schönen Abhandlungen noch weiter vertieft und dieselbe auch zur Erklärung des Baues der Vulkanberge herangezogen.

Wenn das Magma eines peripherischen Herdes ausbruchsreif wurde, so erfolgte eine gewaltige, oftmals lange Zeit (viele Jahrtausende!) hindurch, wenn auch mit gewissen Zwischenpausen, anhaltende Eruption, welche Berge von großartigem Umfang geschaffen hat, die gewissermaßen, trotz der erwähnten möglichen Intervalle aus einem Gusse entstanden sind. Zu derartigen monogenen, einer einzigen Ausbruchsperiode ihr

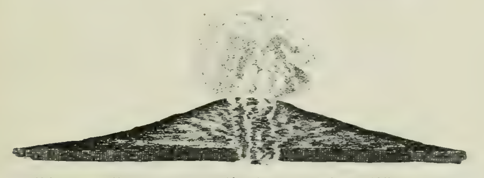


Abb. 34: Monogener Vulkanberg vor der Bildung der Caldera. Nach Stübel.

Dasein verdankenden Vulkanen gehören nach Stübel viele der Riesenfeuerberge Südamerikas. Ließ nun, nachdem bereits eine große Menge des Magmas aus dem peripherischen Herde ausgestoßen wurde, die treibende Kraft, die Volumenvermehrung nach, indem der kritische Punkt dafür im Magmabehälter überschritten war, so konnte es geschehen, daß ein Teil der glutigen Masse wieder in den Vulkanschlot zurücksank und auch bereits

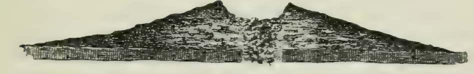


Abb. 35: Monogener Vulkanberg nach der Bildung der Caldera. Nach Stübel.

verfestigte Partien wieder mit sich in die Tiefe riß. Dann bildete sich eine riesige Kratereinsenkung, von einem gewaltigen Ringwall umgeben, ein Calderaberg Stübels heraus, dessen Entstehung also wesentlich anders vor sich gegangen sein muß als die einer Caldera in dem uns aus dem 2. Abschnitt bereits bekannten Sinne (Seite 55). Ein Calderaberg ist nach Stübel also „ein Einsturzkrater, lediglich entstanden durch das plötzliche Zurücksinken der Lavamassen im Eruptionsschachte eines monogenen

Vulkanberges vor dessen gänzlicher Erstarrung, eine Erscheinung, die sehr häufig den Schlußakt der monogenen Bildung kennzeichnet! Der Vulkan von Teneriffa, der Antisana, Ruminahui und Altar in den Anden Südamerikas, und auch die uns schon bekannte Caldera von La Palma gehören gemäß dem Genannten zum Typus seiner Calderaberge.

Mit der Bildung des monogenen Vulkanberges war der peripherische Herd entweder gänzlich erschöpft, dann hörte hier die vulkanische Tätigkeit ganz und gar auf, oder aber es blieb im Behälter noch glutflüssiges Material zurück, und nach einer Pause erstmaliger Erschöpfung konnte in diesem übriggebliebenen Magma der Vorgang der Volumenvermehrung abermals platzgreifen. Der Herd wurde zum zweiten Male eruptiv, ein neuer Berg entstand in der Caldera des alten, und so kamen die polygenen Vulkanberge zustande (die durch einen mehrmaligen Ausbruchsakt des Magmas gebildeten), welche denjenigen Vulkanen, die wir als Somma- oder Doppelvulkane bezeichneten, entsprechen (Seite 34), und für die das Vorwalten losen Auswurfsmaterials gegenüber der fast ausschließlichen Lavaförderung bei der erstmaligen, den monogenen Berg gebärenden Volumenvermehrung des Magmas bezeichnend ist. Dieses Überwiegen der Aschen und Schlacken am jüngeren Bau des polygenen Vulkanberges ist ein Beweis für das Absterben des peripherischen Herdes. Es gibt nach Stübel sogar peripherische Herde, die nicht nur zweimal, sondern sogar drei- und viermal ausbruchsreif wurden, bevor sie auf immer erloschen sind, und jede dieser Tätigkeitsperioden hat eine Neubildung hervorgebracht, deren Ergebnis eine Neben- oder Übereinanderstellung verschiedener vulkanischer Baue gewesen ist. Auch die Ringgebirge des Mondes sind nach Stübel nichts anderes, als gewaltige Calderen, zusammengestürzte monogene Riesenvulkane unseres Satelliten. Bereits lange Zeit vor Stübel ist die Ansicht vom Vorhandensein peripherischer und mit einem zentralen Magmabehälter in Verbindung stehender Herde, wenn auch in anderer Begründung ausgesprochen worden, und zwar von dem Jesuitenpater Athanasius Kircher aus Fulda, der im 17. Jahrhundert in Rom wissenschaftlich tätig war. Nach ihm brennt im Mittelpunkt unserer Planeten ein großes Feuer, das durch Kanäle mit kleinen Herden glutflüssigen Materials in Verbindung steht, die innerhalb des Erdkörpers zerstreut sind und die einzelnen Vul-

kane versorgen. Aber der Schwerpunkt der Stübelschen Lehre liegt ja, wir betonen das hier nochmals ausdrücklich, nicht in der Annahme der vereinzelten vulkanischen Herde, deren Herausbildung übrigens auch in wesentlich anderer Weise gedacht wird, als gemäß den sehr kindlichen Vorstellungen Kirchers, sondern vielmehr in der Voraussetzung, daß das Magma während seines Erstarrungsprozesses im peripherischen Herd einen Punkt erreichen muß, in dem es eine Volumenvermehrung erfährt. Diese Voraussetzung muß aber erst noch bewiesen werden!

Sechster Abschnitt.

Über den Zustand des Erdinneren. Geothermische Tiefenstufe. Die Abkühlung des Erdinneren in ihren Wirkungen auf die starre Erdrinde. Gebirgsbildung. Faltengebirge und ihr Bau. Umwandlung der Gesteine durch die gebirgsbildenden Vorgänge. Kontraktionstheorie. Verschiedene Perioden der Gebirgsfaltung in der Erdgeschichte. Wanderung der gebirgsbildenden Kräfte von Norden nach Süden auf der nördlichen Erdhalbkugel. Brüche und Bruchgebirge. Faltengebirge und Schollenbrüche in ihren Beziehungen zu der Beschaffenheit der in ihrem Gebiete austretenden Laven. Pazifische und atlantische Lavasippen.

Die Frage nach dem Zustande des Erdinneren ist bislang nur flüchtig von uns gestreift worden. Das Vorhandensein von glutflüssigem Magma im Inneren unseres Planeten haben wir als selbstverständliche Voraussetzung angenommen, und schon im vorigen Abschnitt ist gesagt worden, daß man sich die Verteilung des Glutbreies in der Tiefe auf verschiedene Weise denken kann. Der allertiefste Punkt, bis zu welchem bislang der Bohrer vorgedrungen ist, beträgt 2003 Meter, und diese Zahlengröße entspricht dem $^1/_{3183}$. Teile des Erdhalbmessers am Äquator, und dem $^1/_{3173}$. desjenigen an den Polen. Auf diesen so geringen Bruchteil des Erdradius beschränkt sich also unser gesamtes sicheres Wissen von dem Zustand im Erdinneren, und für den übrigbleibenden so gewaltigen Teil sind wir lediglich auf Vermutungen angewiesen, auf Vorstellungen, die wir uns, gestützt auf unsere physikalischen, chemischen und astronomischen Kenntnisse, davon machen können. Und die Zahl dieser Vorstellungen, dieser Hypothesen ist Legion! Der nimmer ruhende menschliche Forschungsgeist sucht bald auf diese, bald auf jene

Weise der Wahrheit näher zu kommen, und gerade die Frage nach den im Erdinneren obwaltenden Verhältnissen war von alters her ein Steckenpferd philosophischer Köpfe, und dann in späteren Zeiten, als die philosophische Spekulation mehr und mehr der naturwissenschaftlichen Erfahrung und Erkenntnis, der Empirie weichen mußte, der Erörterungen dieser letzteren. „Es ist", wie Karl Schneider in Prag das vor wenigen Monaten ausgesprochen hat, „der Mühe wert, den Weg zu verfolgen, wie die Geister durch die Jahrhunderte miteinander gerungen haben, wie einer dem anderen zu Hilfe kam und zu Diensten war. Manch einer kam allzuweit weg vom richtigen Pfade. Oftmals auch sehen wie eine allgemeine Erschlaffung eintreten, üppig Unkraut wächst empor, verdeckt die Spuren des bereits Erkannten. Niemals aber ist und war der gute Weg allzu breit und bequem und nur langsam wird an seinem Ausbau gearbeitet."

Leider müssen wir uns versagen, diesen Dingen hier näherzutreten, und wir verweisen diejenigen unserer Leser, die sich weiter für diese äußerst interessanten Fragen interessieren, auf die in unserem Literaturverzeichnis aufgeführten besonderen Schriften, in erster Linie auf die im verflossenen Jahre erschienene Abhandlung über die Temperaturen und den Zustand des Erdinnern von Hermann Thiene in Jena. Uns soll hier die Annahme genügen, daß innerhalb des Erdballs und in einer gewissen Tiefe desselben glutflüssiges Magma vorhanden ist oder sein kann. Den Beweis dafür liefert ja dieses aus den Vulkanschloten an die Erdoberfläche heraustretende Magma selbst. Ebenso wissen wir, daß die Temperatur im Erdinnern zunimmt, je mehr wir uns von der Erdoberfläche her dem Erdmittelpunkte nähern. Allerdings, wie wir weiter oben bereits ausführten, stammt unsere Wissenschaft darüber lediglich aus den Erfahrungen, die wir bis zur Tiefe von 2003 Meter sammeln konnten, Erfahrungen, die uns lehren, daß bis dahin die Temperatur um 1° C. für durchschnittlich 33 Meter Tiefe zunimmt, ein Wert, den man als geothermische Tiefenstufe bezeichnet. Bei seinem Ausfluß aus dem Vulkan besitzt das Magma, wie wir sahen, eine Temperatur von mindestens 1000° C. (Seite 64). Aus diesem Umstand dürfen wir schließen, daß auch in den unterhalb der 2003 Meter belegenen Zonen des Erdballs eine Temperaturzunahme stattfinden muß, die 1000° C. und mehr

erreicht. Ob in diesen größeren Tiefen die geothermische Tiefenstufe stets die gleiche bleibt, oder ob sie größer oder geringer wird als 33 Meter, darüber wissen wir nichts Bestimmtes; einer Annahme, daß in bedeutenderen Tiefen der Wert der geothermischen Tiefenstufe auch allmählig größer wird, reden verschiedene Umstände das Wort. So ist denn auch je nach der einen oder der anderen Ansicht die Größe der Tiefe, in welcher geschmolzenes Material anzutreffen sein würde, in sehr verschiedener Weise angenommen worden. Und gleiche Unsicherheit herrscht, wie bereits angedeutet wurde, darüber, ob das flüssige Magma eine zusammenhängende Zone innerhalb der Erde bildet, oder ob es unregelmäßig, nesterweise in der Erdfeste verteilt ist.

Der jüngst verstorbene Geograph und Geologe Ferdinand Löwl in Czernowitz hat in einem seiner letzten Werke den Satz geschrieben: „Man mag sich den Zustand des Erdkernes wie immer vorstellen, die Annahme einer magmatischen Kugelschale zwischen der starren Rinde und dem problematischen Kerne ist unter allen Umständen zulässig, ja geboten." Wir wollen uns für unsere weitere Ausführungen einmal auf den Boden dieser Ansicht stellen, ohne dieselbe als durchaus richtig, sondern nur als sehr wahrscheinlich anzunehmen. Unausgesetzt strahlt der Erdball Wärme in den Weltraum aus, unausgesetzt kühlt er sich daher ab, und infolge dieser Abkühlung muß die starre Rinde zu groß für das mehr und mehr schwindende magmatische Innere und daher gezwungen werden, sich zusammenzurunzeln, um sich diesem letzteren anzupassen. Daß dies tatsächlich der Fall gewesen sein muß, das geht aus dem Vorhandensein von derartigen Runzeln und Falten der festen Erdrinde hervor, die uns da und dort auf unserem Planeten in der Gestalt von mächtigen Faltengebirgen entgegentreten, von denen hier nur einige der jüngeren genannt seien, so das Juragebirge, die Alpen, die Appeninnen, der Himalaya, die Gebirgszüge am pazifischen Rande des amerikanischen Continents usf. Wenn wir den Bau derartiger Faltengebirge näher untersuchen, so zeigt sich, daß derselbe aus einer Anzahl ungefähr parallel miteinander verlaufender Ketten besteht, die im Durchschnitt etwa ein Bild, wie das umstehende (Abb. 36) zeigen müßten. Die Falten sind meist nicht normal ausgebildet, sondern mehr oder weniger ungleichmäßig, unsymmetrisch entwickelt, in Gestaltungen, für welche

gewisse bestimmte Bezeichnungen in die Wissenschaft eingeführt worden sind, welche man aus der genannten Abbildung 36 ersehen kann. Die Zusammenfaltung der Erdrinde mußte an ihren nachgiebigen Teilen besonders wirksam werden; diese wurden zwischen weniger nachgiebigen Schollen wie in einem Schraubstocke zusammengedrückt, verbogen und aufgestaut. Da auch die beiden der Faltung gegenüber widerstandsfähigeren Schollen, die Kiefern oder Backen des Schraubstocks, zwischen welchen die zusammenge-

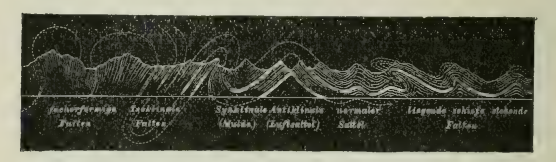


Abb. 36: Schematische Darstellung von Gebirgsfalten. Nach A. Heim.

drückte Scholle eingepreßt ist, sich in Beziehung auf die Größe dieses Widerstandes sehr oft verschieden verhalten werden, so bekommt das so entstehende Faltengebirge einen aber nur scheinbar unsymmetrischen Bau, wie das beispielsweise bei den Alpen der Fall ist, wo die gebirgsbildenden Bewegungen durchweg von S. nach N. gerichtet gewesen sind. Die übereinandergestauten Gesteinsschichten, die Überfaltungsdecken, welche dieses Gebirge zusammensetzen, sind durchweg von Süden her über- und durcheinandergeschoben worden. Es ist nämlich bei der Bildung der Mehrzahl der Faltengebirge nicht nur bei einer einfachen Zusammenrunzelung der Gesteinslagen geblieben, sondern die gebirgsbildende Kraft, die orogenischen Vorgänge, hat diese Schichten über- und ineinander geschoben und geknetet, auch dieselben zuweilen förmlich zerrissen und den von seiner Wurzel abgerissenen Teil über andere ebenfalls gefaltete und ineinandergeknetete Gebirgsteile hinübergeschoben und diesen aufgelagert. Wenn alsdann, wie das gleichfalls vorgekommen ist, die faltende Kraft nochmals eingesetzt hat oder noch nicht zur Ruhe gelangt war, so daß die bereits stark ineinander getriebenen Stücke des Faltengebirges einer weiteren Auffaltung zum Opfer fielen, dann sind Gebirgsbildungen von so verwickeltem Bau zustande gekommen, daß es

sehr gründlicher und schwieriger Untersuchungen und sehr vielen Scharfsinnes bedarf, um denselben einigermaßen entziffern zu können, umsomehr als die gesteinszerstörenden Erscheinungen an der Erdoberfläche, die Faktoren der Erosion niemals geruht, sondern mit ihrer Arbeit in dem Augenblick eingesetzt haben, in dem der erste Gipfel des neuen Faltengebirges aufgestaut worden ist. So stellen also die Faltengebirge der Gegenwart nur noch Ruinen dar, deren idealer Wideraufbau zweifellos zu mancherlei Irrtümern Veranlassung gibt. Aber auch hier kommt die geologische Wissenschaft, wenn auch nur langsamen Schrittes, jedoch sicher und bestimmt vorwärts, dank der ziel-

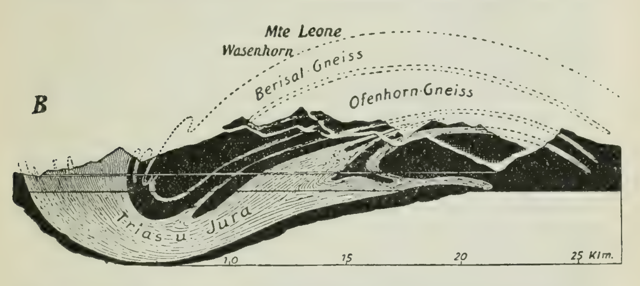


Abb. 37: Profil durch die Simplongegend, zeigt die Überfaltungsdecken dieses Gebietes, die hier nicht nur auf sedimentäre Schichten beschränkt sind (Trias und Jura), sondern deren kristalline Unterlage (Berisal- und Ofenhorn-Gneiß) in Mitleidenschaft gezogen haben. Nach Steinmann.

bewußten Arbeit einer großen Schar unermüdlicher Forscher. Wir dürfen natürlich nicht vergessen, daß diese gebirgsbildenden Vorgänge unermeßliche Zeiten, Äonen hindurch angedauert haben, und wir müssen uns, um dieselben ganz zu verstehen, stets vergegenwärtigen, daß man geologische Zeiträume nicht nach dem Maßstabe menschlicher Begriffe von Zeit beurteilen darf.

Welche ungeheuren Kraftentwicklungen bei der Zusammenfaltung der Gebirge im Spiele gewesen sind, das mag der Umstand erläutern, daß nach den neuesten Untersuchungen über den Bau der Ostalpen ein sehr großer Teil dieses Gebirgszuges nicht etwa von dem aufgefalteten Untergrund gebildet wird, wie man das bis vor kurzem angenommen hat, und wie es zum

Beispiel im Juragebirge der Fall ist, sondern aus übereinandergeschichteten wurzellosen Gesteinsdecken, die ihren Ursprung im Süden besitzen und von dort zum Teil um Beträge bis zu etwa 120 Kilometer nach Norden vorgeschoben worden sind. So ist beispielsweise die Heimat der bayerischen Kalkalpen bei Lienz im Drautale zu suchen, und von hier bis zu den vordersten Dolomitbergen im Süden des Chiemsees ist die Entfernung eine der ebengenannten entsprechend große! Auch der ganze zwischen dem Thunersee und dem Tale der Arve in Savoyen belegene Teil des Alpengebirges, ein Gebirgszug von 100 Kilometer Länge, 30 Kilometer Breite und von über 2000 Meter Meereshöhe stellt ein mächtiges wurzelloses Gebirgsglied dar, dessen Wurzeln weit davon, jenseits der Zentralkette der Alpen, im Süden nachgewiesen worden sind. Ebenso *schwimmen* der Säntis und seine Vasallen auf einer geologisch jüngeren Unterlage, der sie durch den Gebirgsschub aufgesetzt worden sind. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß derartige gewaltige Auffaltungen und Zusammenschübe großer Gesteinskörper nicht ohne sehr wesentlichen Einfluß auf die Gesteine selbst geblieben sein können. „Die Beweglichkeit der Gesteinsmassen im großen ist die Bedingung für die Entstehung der Gebirge" sagt ein hervorragender Alpengeologe, Professor Carl Schmidt in Basel. „Die Erdbeben", so fährt er fort, „sind der Beweis dafür, daß auch heute noch die Erdrinde nicht starr ist. Wenn wir einerseits aus der anormalen Aufeinanderlagerung der Gesteinsmassen in den Alpen auf eine Transportfähigkeit der Massen schließen müssen, so ist es andererseits eine besondere petrographische Ausbildung, d. h. eine nachträglich eingetretene Umformung der alpinen Gesteinsarten, die uns weiterhin erkennen läßt, daß auch die *Gesteinsmasse selbst veränderlich* ist. Schritt auf Schritt begegnen wir im Gebirge Tatsachen, die dem kundigen Auge auch eine gewaltige stoffliche und strukturelle *Umwandlungsfähigkeit* der Gesteine offenbaren. Über Art und Ursache der Metamorphose (Umwandlung) ist heute der Widerstreit der Meinungen heftig entbrannt. Unabweislich aber ist die Tatsache, daß der Mechanismus der Gebirgsbildung sich auch äußert in einer durchgreifenden Deformation der das Gebirge zusammensetzenden Gesteine. Augenfällig ist es, wie die ursprünglich horizontalliegenden Schichtgesteine da und dort gebogen, gefaltet, zusammengestaut, verknetet sind." Diese Um-

bildung der Gesteine, die Dynamometamorphose (Umwandlung durch Kraft) wird bewirkt durch Zermalmung der Felsarten, ferner durch chemische Auflösung bei Drucksteigerung und längerer Dauer des Druckes, dessen Erniedrigung wiederum die Auskristallisation neuer Mineralien zur Folge hat. Dann kommen besonders noch erhöhte Temperatur und lösende Stoffe, so überhitztes Wasser in feinster Verteilung hinzu, das Kohlensäure, Kieselsäure, Borsäure usf. enthält.

Die eben vorgetragene Lehre von dem Zusammenschrumpfen der Erdrinde und die dadurch hervorgebrachte Entstehung der Faltengebirge, die Kontraktionstheorie, hat durch die Berechnungen von Heim eine wesentliche Stütze erhalten, die den Betrag, um welchen die Breite des Juragebirges durch seine Zusammenfaltung verkürzt worden ist, ermittelt haben. Die gegenwärtige Breite des genannten Gebirgszuges von St. Claude bis Genf, senkrecht zur Achse der Gebirgsfaltung gemessen, ist 16,8 Kilometer groß. Würde man die Falten ausglätten können, so bekäme man eine Breite von 22 Kilometer, also ein Mehr von 5,2 Kilometer, was einem Zusammenschub der Gesteinsschichten auf etwa 3/4 ihrer ursprünglichen Länge entspricht. Noch viel bedeutender ist die Verkürzung des Rindenstückes, auf welchem die Alpen aufgestaut worden sind, und die mindestens 240 bis 480 Kilometer betragen dürfte.

Zu wiederholten Malen hat die Aufstauung gewaltiger Faltengebirge unseren Erdball erschüttert. Die ältesten nachweisbaren, wenn auch manchmal sehr undeutlichen Spuren solcher Vorgänge finden wir im hohen Norden; sie haben in Zeiten stattgefunden, wo die Entwicklung des organischen Lebens auf unserem Planeten noch auf einer sehr niedrigen Stufe stand, in der vorkambrischen Periode. Ein polarer Kontinent bedeckte damals die höchsten Breiten der Erde, von Kanada bis an das äußerste Ende Asiens reichend, und am Südrande dieses Festlandes türmten sich die Huronischen Faltenberge auf. Weiter im Süden, in den Hochlanden Schottlands und in Skandinavien treffen wir auf die Reste eines jüngeren Faltengebirges, das sich wohl da erhoben hat, wo heute der nordatlantische Ozean seine stürmischen Wogen wälzt. Es führt den Namen des Kaledonischen Faltengebirges und ist gegen das Ende der silurischen Zeit entstanden. Eine dritte Zusammenfaltung fällt in die Periode, in welcher die Wälder, aus denen die Stein-

kohlen sich gebildet haben, grünten und wucherten. Sie hat schon wesentlich südlicher belegene Areale der nördlichen Erdhalbkugel betroffen und in Mitteleuropa ein mächtiges Gebirge geschaffen, das in südöstlicher Richtung vom südlichen England durch Frankreich hindurch bis in die Auvergne reichte, sich hier umbog, dann in nordöstlicher Richtung Deutschland bis nach Böhmen durchzog, dort sich abermals nach Süden umwendend. Das waren die Hercynischen Berge, deren westlicher Teil die Bezeichnung der Armorikanischen Alpen führt, von Armorica, dem alten keltischen Namen für das westliche Gallien, im Gegensatz zum östlichen Bogen, den Variscischen Alpen. Der Bau der letzteren ähnelt gar sehr demjenigen unseres Alpengebirges, und gleich diesem waren die Variscischen Berge nach Norden zu konvex, im Süden dagegen konkav angelegt. Ihr Mittelpunkt lag etwa in der Nähe der bayrischen Stadt Hof, einer im Altertum von der germanischen Völkerschaft der Variscer bewohnten Landschaft.

Von allen diesen so ausgedehnten und hohen Gebirgszügen der Vorwelt bestehen in der Gegenwart nur noch mehr oder weniger gut erhaltene Ruinen, die naturgemäß noch um so vollständiger sein werden, als sie geologisch entsprechend jünger sind. Aber genau so wie der Altertumsforscher, der Archäologe, aus den Fundamenten und Säulenstümpfen eines längst verfallenen Tempels den genauen Plan eines solchen Bauwerkes wiederherzustellen und dasselbe in seiner ehemaligen Pracht wieder bildlich vor Augen zu führen vermag, so ist auch die geologische Wissenschaft in der Lage, aus den mehr oder weniger gut erhaltenen Sockeln solcher verschwundener Gebirgszüge genaue Schlüsse auf deren ehemalige Größe und Ausdehnung zu ziehen und sie im Geiste wieder aufzubauen.

Noch spätere geologische Zeiten, der Schluß der Kreideperiode und der Anfang des Tertiärs, haben dann die Aufrichtung der Anden und des Felsengebirges auf dem amerikanischen Festlande und der Pyrenäen in Europa gesehen, während die gebirgsbildenden Kräfte gleichzeitig auch auf dem asiatischen Kontinente sich bemerkbar machten. Und in einem der Gegenwart noch näher gerückten Zeitraume, während des Höhepunktes der Tertiärperiode, hob die Auffaltung des Juragebirges und der Alpen mit den Karpathen, dem Balkan, den persischen Bergketten, dem Hindukuh und dem Himalaja an,

eine Bodenbewegung, die bis in das jüngste Tertiär hinein, ja wohl auch teilweise noch darüber hinaus angedauert hat.

Eine besonders hervorzuhebende Tatsache geht aus den soeben mitgeteilten Umständen hervor, diejenige, daß der Sitz der gebirgsbildenden Kräfte auf der nördlichen Erdhalbkugel im Laufe der Zeit immer mehr und mehr von Norden nach Süden hin gewandert ist, daß sich also ihre Tätigkeit allmählich in der genannten Richtung verschoben hat. Über die Arbeit des gebirgsbildenden Zusammenschubes auf der südlichen Erdhalbkugel ist man bislang noch nicht so genau unterrichtet, doch sprechen viele Anzeichen dafür, daß auch auf dieser dieselben Vorgänge platzgegriffen haben, wie auf der nördlichen, und daß die faltende Kraft im Verlaufe der Äonen auch hier vom Südpol nach dem Äquator hin fortgeschritten ist.

Gewisse Rindenteile scheinen sich bei der Kontraktion des Erdballs der zusammenfaltenden Kraft gegenüber sehr viel widerstandsfähiger verhalten zu haben, als andere. Sie waren bereits zu starr und zu fest geworden, um sich noch zusammenschieben zu lassen, und ihre Gesteinsmassen müssen um sehr viel weniger biegsam gewesen sein, als die von Faltengebirgen gekrönten Schollen. In solchen Fällen haben sich alsdann die durch die Kontraktion der Erde hervorgerufenen Störungen ihrer Rindenteile nicht in einem faltenden Zusammenschub, sondern in vertikalen Bodenbewegungen geäußert, in Verschiebungen von oben nach unten, im Abgleiten der einen Scholle an der anderen, oder auch im Zusammenbruch und im Versinken ganzer Schollenteile zwischen zwei stehengebliebenen Schollenstücken, sogenannten Horsten. Dann sind oftmals gewaltige Einbruchszonen, Bruchfelder, Senkungsfelder entstanden, und solche Gebiete vertikaler Bodenverschiebungen stellen auch die Meeresräume unseres Planeten dar. Ob die Verschiebungen ausgedehnter Rindenteile der Erde durchweg nur auf das Einsinken von Schollen zurückzuführen sind, oder ob nicht auch vielfach Hebungsvorgänge dabei im Spiel sind, das ist noch sehr unbestimmt. Die Ursachen des einen wie des anderen Vorganges „sind gleich dunkel. Hebungen lassen, selbst wenn sie ruckweise ausgelöst werden, auf ein Anschwellen, Senkungen auf ein Abschwellen der magmatischen Unterlage schließen. Doch welche Vorgänge das An- und Abschwellen bewirken, ist eine offene Frage“ (Löwl).

Durch das Absinken einer Scholle zwischen zwei unbeweg-

lichen Rindenstücken sind vielfach Gebirgserhebungen zustande gekommen, welche man im Gegensatz zu den Faltengebirgen Bruchgebirge nennt. Ein gutes Beispiel hierfür bieten der Schwarzwald und die Vogesen. Dasjenige Areal der Erdober-

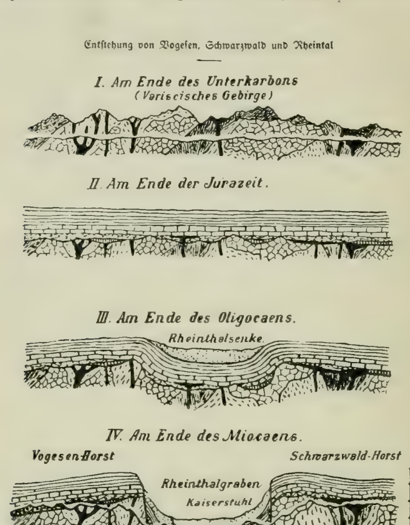


Abb. 58: Die Entstehung von Vogesen und Schwarzwald Bruchgebirge, Horste, mit dazwischen liegendem Bruchfelde (Grabenbruch), dem Rheinthal. Nach C. Schmidt.

fläche, auf welchem diese Gebirge stehen, hat während der Karbonzeit (Steinkohlenperiode) etwa so ausgesehen, wie die nebenstehende Abbildung 58 I. zeigt. Es liegt dieser Rindenteil

im Gebiete der Varsicischen Alpenkette, und er war demgemäß in alten geologischen Zeiten zu einem Stücke dieses Gebirges aufgestaut worden. Diese Erhebungen sind jedoch bereits am Schlusse der paläozoischen Aera in solchem Maße durch die Erosion abgetragen gewesen, daß sich die Schichten des Trias und des Jura horizontal auf seinen Überbleibseln ablagern konnten (Abb. 38 II.). Am Ende der älteren Tertiärzeit (Oligocän) waren erneute mit der Auffaltung der Alpen im Zusammenhange stehende Bodenbewegungen im Gange (Abb. 38 III.), und während des jüngeren Tertiärs (Miocän) erfolgte der Einbruch, welcher die Rheintalsenke zwischen Basel und Bingen, den Grabenbruch des Rheintals, und die Bruchgebirge des Schwarzwaldes und der Vogesen nebst ihren nördlichen Fortsetzungen, dem Odenwald und dem Haardtgebirge schuf, die also stehengebliebene Rindenstücke, Horste, darstellen (Abb. 38 IV). Faltung und Bruch schließen sich übrigens nicht aus, und die letztere Art der Bodenbewegung ist häufig auch in gefalteten und zusammengestauten Rindenteilen zum Ausdruck gekommen. So sind beispielsweise die Alpen und das Juragebirge von vielen größeren und kleineren Bruchlinien durchzogen, die diese Gebirge entweder parallel oder senkrecht zu den Achsen ihrer Falten zerstückeln.

Gewisse eigentümliche Umstände sprechen vielleicht dafür, daß durch die Scholleneinbrüche tiefere Zonen des Erdinneren berührt werden, als durch die Faltengebirge, mit anderen Worten, daß die Störungen der Erdrinde, wenn sie horizontalem Schub, der Faltung ihre Entstehung verdanken, vielleicht oberflächlicherer und nicht so tiefgehender Natur waren, als diejenigen Spannungen innerhalb der Lithosphäre, welche durch vertikale Bewegungen ausgelöst worden sind. Der bekannte Wiener Mineraloge F. Becke hat nämlich festgestellt, daß die Laven der in der Nachbarschaft von jungen gefalteten Kettengebirgen befindlichen Vulkane einer spezifisch leichteren Gesteinsreihe angehören, die in erster Linie Feldspate und Quarz führt, der andesitischen Gaureihe, während dort, wo Vulkaneruptionen längs Schollenbrüchen auftreten, Laven vom Typus der tephritischen Gaureihe ausgeflossen sind, schwerere Gesteine, denen Quarz abgeht, und die teilweise statt der Feldspate ähnliche aber kieselsäureärmere Mineralien, Leucit und Nephelin führen und Elemente von hohem Atomgewicht, als Calium, Kalcium und Eisen enthalten. Diese Laven der letzteren Reihe stammen nach Becke

aus einer tieferen und dichteren Magmalage, als die der ersteren. Der um den Stillen Ozean sich herumziehende Vulkankranz, ebenso der Sundabogen und die Vulkanstriche der großen asiatisch-europäischen Faltenzone liefern Laven der andesitischen Reihe, die darum von Becke auch als pazifische Sippe bezeichnet worden ist, während im atlantischen Gebiet, auf dem afrikanischen Kontinent und im europäischen Schollenlande tephritische Laven, solche der atlantischen Sippe gefördert worden sind. Doch läßt sich, wie Löwl hervorgehoben hat, die Scheidung nicht in solcher Schärfe durchführen, weil, wie durch Richthofen nachgewiesen wurde, der Westrand des Stillen Ozeans nicht gefaltet, sondern gebrochen ist. Und auch sonst gibt es noch Ausnahmen, welche nicht recht in den Rahmen dieser wenn auch viel Wahrscheinlichkeit für sich habenden Anschauung passen wollen.

Siebenter Abschnitt.

Die Lehre von der vulkanischen Spalte. Spaltenlose Vulkane. Die Theorie von der magmatischen Aufschmelzung. Kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den vulkanischen Ergüssen und den gebirgsbildenden Vorgängen. Die Lehre von den Polschwankungen der Erde als Grundursachen des Vulkanismus überhaupt, nach K. Schneider. Abwechseln der zentripetalen und zentrifugalen Kraftäußerungen der Erde, nach A. Rothpletz. Erdbeben. Einsturzbeben. Vulkanische Erdbeben. Tektonische Erdbeben. Von den zwischen diesen und dem Vulkanismus im engeren Sinne bestehenden Beziehungen. Spaltenbildungen bei Erdbeben. Verheerende Wirkungen der Erdbeben. Erdbebenflutwellen (Tsunamis). Seebeben. Erdbebengeräusche und Bodenknalle. Hypozentrum, Epizentrum, Isoseisten, Pleistoseiste, Homoseisten. Einteilung der tektonischen Erdbeben. Dauer der Erschütterungen. Tiefe des Erdbebenherdes. Erdbebenforschung. Erdbebentheorie von Falb. Allmähliche Abnahme der vulkanischen Kraft im Verlaufe der Entwicklungsgeschichte der Erde. Schluß.

Bereits weiter oben haben wir schon einmal betont, daß gewisse Beziehungen zwischen der Verteilung der Vulkane und den Küstenlinien bestehen müssen (S. 95). Da nun diese letzteren Zonen der Erdkruste entsprechen, welche stark gestört sind und Bruchlinien zwischen ihren Schollen darstellen, da man auch sonst gefunden hat, daß sehr viele, vielleicht gar die allermeisten Gruppen von Feuerbergen vom Tertiär an bis in die Gegen-

wart an dislozierte, gestörte Stellen der Erdrinde gebunden sind, so ist es leicht verständlich, wenn die Annahme, gerade diese Störungslinien, Brüche und Spalten hätten dem Magma seinen Austritt aus der Tiefe zur Erdoberfläche ermöglicht, eine in wissenschaftlichen Kreisen weitverbreite geworden ist. Sie hat sogar lange Zeit hindurch als ein feststehender Lehrsatz der Geologie gegolten, und die vorhandene Spalte war nach der Schulansicht die Grundbedingung für das Entstehen einer vulkanischen Esse. Wo keine solche bestand, da konnte kein Feuerberg gebildet werden. In diese Anschauung ist nun im Verlaufe der letzten 20 Jahre eine Bresche gelegt worden. Die Geschosse, welche von der gegnerischen Seite gegen die scheinbar so festgefügten Mauern der erwähnten Spaltentheorie geschleudert worden sind, prallten zuerst an ihren starken Wällen wirkungslos ab, höchstens hier und dort einen Stein aus ihrem Verbande reißend, aber ohne daß sie dadurch Schaden gelitten hätten. Als aber im Laufe der Belagerung immer schwereres Geschütz herbeigefahren und auf die Feste abgefeuert wurde, bekam ihre Umwallung Risse über Risse. Gänzlich zusammengebrochen ist die Spaltentheorie zwar noch nicht, und in ihren Hauptzügen dürfte sie insofern bestehen bleiben, als die Vulkane vorzugsweise auf solchen Teilen der Erdoberfläche auftreten, welche von Bruchlinien durchzogen werden, oder an Stellen, die wenigstens in der Nachbarschaft von Störungen liegen. Man muß sich aber solche Bruchlinien nicht etwa als klaffende Spalten vorstellen, denn die Klüfte, die beim Zerreißen der Erdrinde in Schollen entstanden sind, sind längst wieder mehr oder weniger verkittet. Auch würde der in der Erdfeste vorhandene Gewölbedruck ihr Offenbleiben keineswegs gestattet haben. Unter Bruchlinien sind vielmehr gewisse Striche in der Erdfeste zu verstehen, die sich infolge ihrer Zertrümmerung gegenüber gewaltsamen Vorgängen in der Erdkruste besonders schwach verhalten werden und einem etwaigen Andrang des Magmas von untenher nur geringen Widerstand entgegenzubringen vermögen. Der Haupteinwurf gegen die Spaltentheorie liegt in dem Umstand, daß, wie neuere Erfahrungen gezeigt haben, Feuerberge auch an solchen Orten des Erdballs gebildet wurden, wo an der Erdoberfläche keinerlei Störungslinien sichtbar, oder wo dieselben jedenfalls erst in einiger Entfernung davon nachzuweisen sind. Und zwar ist an diesen Stellen das Magma in röhren

förmigen Kanälen aus dem Inneren hervorgequollen, aus kaminartigen Schloten, welche die Gesteinshülle siebartig durchbohrt haben. Solche von vulkanischem Material erfüllte runde bis elliptische Röhren hat der schottische Geologe A. Geikie unter dem Namen „Necks", aus den karbonischen Sedimenten seiner Heimat beschrieben, Ausbruchsstellen, die nur ausnahmsweise mit einer Störung der Gebirgsschichten im Zusammenhang stehen. In der Schwäbischen Alb, in der Umgebung der Stadt Urach, treten auf einem etwa 20 Quadratmeilen großen Areale ähnliche Dinge auf, 130 Embryonalvulkane, wie ihr Monograph und der eigentliche Entdecker ihrer wahren Natur, Branca, sie genannt hat, rundliche oder ovale röhrenförmig die dortigen Juraschichten durchsetzende Gebilde, die man am nördlichen Steilabfall der Alb in die Tiefe von 500 bis 700 Meter hinein verfolgen kann. Zur Aufschüttung von Vulkanbergen ist es hier nicht gekommen; es sind diese Embryonalvulkane maarartige Ausbruchsstellen (S. 6), deren größte, das Randecker Maar, etwa 1000 Meter, und deren kleinste, das Maar von Apfelstetten bei Münsingen, etwa 250 bis 300 Meter Durchmesser besitzen. Die Ränder dieser Kessel sind der Erosion zu allermeist zum Opfer gefallen und zerstört worden, so daß wir hier keine Vulkane von so vollendeter Ausgestaltung mehr vor uns sehen, wie in der Eifel, und die besterhaltenen derselben treten uns daher in der Form von kesselartigen Bildungen vor Augen, erfüllt von einer tuffartigen Masse, von einem „breiartigen wirren Gemenge von vulkanischer Asche und von eckigen Bruchstücken aller derjenigen Gesteine der Erdrinde, welche bei der Bildung des Ausbruchskanals durchbrochen

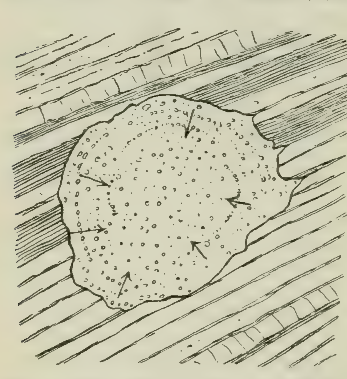


Abb. 39: Grundriß eines Neck aus Ost-Fife. Nach Geikie.

wurden.“ Hier und da treten in diesen losen Auswurfsmassen gangartige Bildungen des eigentlichen Magmas, eines Basaltes, auf. Noch von anderen Stellen auf deutschem Boden sind derartige Durchbrüche von Magma an nichtgestörten Stellen der Erdkruste bekannt geworden, so am Nordrande des sächsischen Erzgebirges und der sächsischen Lausitz, im böhmischen Mittelgebirge, im nördlichen Hessen, in Niederhessen, in Norddeutschland im Gebiete der Weser und in der Rhön. Im letztgenannten Gebirge hat dessen gründlicher Erforscher, H. Bücking in Straßburg, allein in einem etwa 9 Quadratmeilen oder 500 Qudratkilometer großen Areal mehr als 400 zum Teil sehr ansehnliche Durchbrüche von Basalt und Phonolith festgestellt, die er eingehender Untersuchung unterzogen hat, „und nur bei wenigen

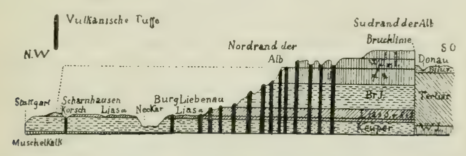


Abb. 40: Schematischer Durchschnitt von Stuttgart bis nach Oberschwaben (NW. nach SO.), das Vulkangebiet von Urach am Steilabfall der Alb treffend. Nach Branca.

(noch nicht einmal 10 Durchbrüchen)“, so äußert sich der Genannte, „habe ich wirklich Spalten oder Verwerfungen auffinden können, auf welchen das vulkanische Material emporgedrungen sein könnte.“ Explosionsausbrüche an bruchlosen Stellen der Erdfeste, die kleine Vulkanberge aufgeworfen haben, sind in Island aufgefunden worden. Auch die Riesenvulkane Südamerikas sollen nach Stübel spaltenlose sein, und nach der Annahme Anderer noch eine Reihe weiterer Feuerberge in der Neuen Welt.

Es ist begreiflich, daß diesen Ergebnissen, welche die so tief eingewurzelte Annahme von der Abhängigkeit der Vulkane von einer Störung in der Erdkruste, die Lehre von der Präexistenz der Spalte teilweise zu Fall bringen mußten, von den Anhängern dieser letzteren erst mit einem gewissen Mißtrauen begegnet wurde, zumal es nicht leicht ist, sich vorzustellen, warum der emporstrebende Glutbrei imstande sein kann,

sich durch die überlagernde Gesteinshülle hindurch derartige schlot- und kaminartige Röhren zu schaffen, sich gewissermaßen durch die erstere hindurchzufressen. Durch das Experiment ist schon vor einer längeren Reihe von Jahren seitens eines Meisters in solchen Dingen, des französischen Geologen Daubrée, gezeigt worden, daß unter hohem Druck befindliche Gasmassen darüberlagernde Gesteinsplatten zu durchlöchern vermögen, und die Entstehung der diamantführenden schlotartigen Vertiefungen, der sogenannten Diatremen in der Karoo von Südafrika dürfte auf ähnliche Gasexplosionen zurückzuführen sein. Vielleicht haben die spaltenlosen vulkanischen Eruptionsstellen solchen Vorgängen ihre Bildungsursache zu verdanken, oder auch hat das glutflüssige Magma im Erdinneren auf die über ihm lagernden Gesteinsmassen in gleicher Weise eingewirkt, wie etwa beim sogenannten Thermitverfahren der glutflüssige Strahl von Gußeisen auf eine feste Platte derselben Substanz, durch welche er sich hindurchzuschmelzen vermag. Es müßte also eine Aufschmelzung durch das Magma stattfinden, eine Annahme, die, wenn auch in erweitertem Sinne, viele Anhänger gefunden hat, und welche nach Löwl die einzige Lehre ist, „welche alle Tatsachen des Vulkanismus verträgt", wenn auch sie noch nicht ganz ausgereift ist. „Läßt man", so sagt der jüngstverstorbene Czernowitzer Gelehrte über diese Theorie der magmatischen Aufschmelzung, „die Voraussetzung gelten, daß im Erdinneren zeitweilig durch physikalische oder chemische Prozesse eine regionale Wärmeentwicklung veranlaßt wird, so kann die Hebung ausgedehnter Rindenstücke aus einer langsamen und anhaltenden thermischen Schwellung der magmatischen Unterlage abgeleitet werden. Die Temperatursteigerung mag soweit gehen, daß sie das Magma zum Teil wieder vergast und die tiefsten Lagen der Erdrinde wieder einschmilzt. Außer der regionalen Wärmeentwicklung ist aber auch eine sprunghafte radiäre vorstellbar, die sich etwa mit den Vorgängen auf der Sonne vergleichen ließe. Es kämen Hitzestrahlen in Frage, von denen die Erdrinde wie von Stichflammen durchlöchert würde. Der Auftrieb des Magmas hätte dann als eine Begleiterscheinung zu gelten, die sich aus der thermischen Schwellung ergäbe."

Wenn die radiäre Wärmeentwicklung eine verhältnismäßig nur kurzandauernde ist, so können Lakkolithe (S. 77) entstehen, reicht aber die Aufschmelznng bis zur Oberfläche oder doch so

sehr in ihre Nähe, daß der letzte Teil der überlagernden Gesteinskörper durch Explosionen ausgesprengt werden kann, dann kommt es zur Bildung von vulkanischen Paroxysmen. Bleibt die Wärmezufuhr längere Zeit hindurch dieselbe, „so arbeitet der Vulkan wie ein Geysir“ (S. 85), während die Abnahme der Temperatur eine Verstopfung des Vulkanschlotes herbeiführen wird. „Jede neue Strahlung bewirkt einen neuen Ausbruch. So ließe sich erklären, daß die Vulkane nicht an Spalten gebunden sind, daß der Gebirgsbau überhaupt keinen bestimmenden Einfluß auf die Eruption übt, daß jeder Vulkan in voller Unabhängigkeit von seinen Nachbarn arbeitet und ruht, und daß die intrusiven Stöcke und Kerne (die lakkolithartig in die Erdfeste eingedrungenen Gesteinskörper) so große Räume in der Erdrinde einnehmen. Die Häufung der Vulkane in Gebieten starker Dislokationen läßt darauf schließen, daß die Eruptionen und die Dislokationen wenn auch nicht unmittelbar, so doch in ihren tieferen, ganz unbekannten Ursachen in irgend welchen Beziehungen zueinander stehen.“

Der Ansicht derjenigen Geologen, welche die Präexistenz der Spalte beim Vulkan überhaupt nicht mehr gelten lassen wollen, und von denen einer der maßgebendsten Forscher sogar den Satz aufgestellt hat, dort, wo ein Feuerberg wirklich auf einer Spalte aufgebaut sei, müsse erst der Beweis dafür erbracht werden, daß diese letztere wirklich auch älter und nicht gar jünger sei als der erstere, steht nun immer noch die Meinung einer anderen Schar gegenüber, welche an der Lehre von dem Vorhandensein der Spalte als erste Ursache für die Entstehung einer Ausbruchsstelle in bedingter Weise festhalten. Sie geben zwar zu, daß spaltenlose, röhrenförmig die Erdkruste durchsiebende Vulkanschlote zweifellos existieren, und daß solche sogar in Gegenden nachgewiesen wurden, wo Bruchlinien vorhanden sind, aber von den Magmamassen nicht benutzt wurden, berufen sich aber auf die gemäß unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht leicht aus der Welt zu schaffende Tatsache, „daß wir die Vulkane immer, erloschene sowohl als tätige, in Gebieten sehen, welche tektonische Störungen erlitten haben, oder wo wenigstens in der Nachbarschaft Störungen vor sich gegangen sind. Mögen die vulkanischen Gebiete selbst nicht davon betroffen sein, in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft werden sie um so deutlicher sichtbar, das lehrt selbst das Gebiet von Urach. Diese tektoni-

schen Störungen müssen nicht in Bruchlinien und Verwerfungen bestehen. Nahe vor sich gegangene Gebirgsbildung genügt, um ein Gebiet als tektonisch gestört zu betrachten. Denn so treffliche Beobachtungen auch vorliegen, so kann man doch nicht umhin, sagen zu müssen, daß ohne jede Veranlassung das Gas des eingeschlossenen Magmas, wenn wir von einem solchen sprechen wollen, gewiß nicht imstande ist, hervorzubrechen und Schichten durchzuschlagen. Eine Lockerung und Verschiebung des oberen Gefüges muß eingetreten sein, ehe es überhaupt zur Möglichkeit eines Ausbruchs kommt." (Karl Schneider.)

Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den vulkanischen Ergüssen und den gebirgsbildenden Vorgängen, also zwischen Erscheinungen des Vulkanismus im engeren und solchen des Vulkanismus im weiteren Sinne besteht in der Hauptsache wohl nicht. Für manche Stellen auf der Erde, wo Vulkane am Rande junger Faltengebirge oder auch auf deren Scheitel auftreten, wie beispielsweise für die italienischen Feuerberge und die Apenninen, kann es als erwiesene Tatsache gelten, daß die ersteren sehr viel jünger sind, als die Bildung der betreffenden Gebirge, und daß sie in Verbindung stehen mit sogenannten epeirogenischen Hebungen (vom griechischen Wort Epeiros, Festland), die sich bruch- und faltenlos in späterer Zeit vollzogen haben.

Zu beinahe ähnlichen Ergebnissen ist auch Karl Schneider in Prag gelangt. Äußere Einflüsse, als Massentransporte der Luftmassen und der Wassermassen der Ozeane, besonders aber Polschwankungen bewirken seiner Ansicht nach eine stetige Änderung in der augenblicklichen Verteilung der Massen an der Erdoberfläche, Vorgänge, die sich zunächst in Erdbeben, Hebungen und Senkungen einzelner Schollen, selbst auch in gebirgsbildenden Erscheinungen äußern werden. Wenn aber die dadurch hervorgerufenen Verschiebungen immer noch zu geringfügige sind, um für einen umfangreicheren Teil der Erdoberfläche den Gleichgewichtszustand zu schaffen, dann werden die fehlenden Massen aus den Tiefen des Planeten gefördert, durch Bildung von Lakkolithen innerhalb seiner Kruste, oder durch magmatische Ergüsse an seiner Oberfläche. Und diese müssen besonders stark dort auftreten, wo ihrem zentrifugalen Streben eine gleichgerichtete Kraft zu Hilfe kommt. „Daher wird der aktive Vulkanismus (der Vulkanismus im engeren Sinne) die

äquatorialen Gebiete besonders heimsuchen, während die polaren Territorien seltenere Paroxysmen aufzuweisen haben, beziehungsweise ganz frei ausgehen". Der Vulkanismus im engeren Sinne hat nach dem Genannten demnach den Zweck „den durch die Gebirgsbildung hervorgerufenen Schweredefekt (und ein solcher ist nachgewiesenermaßen vorhanden) von untenaus zu ersetzen und auszugleichen, und zwar soweit, daß das ganze Krustenstück im weiteren Umkreis gesichert erscheint". Er ist „nur eine Nebenerscheinung in jenen großen Vorgängen, durch welche das Antlitz der Erde umgestaltet wird", doch ist er immer ein Begleiter der Gebirgsbildung gewesen, und hat sich gerade da am lebhaftesten betätigt, wo neue Gebirge aufgetürmt worden sind. Allerdings aber so, daß beide Vorgänge nicht etwa unmittelbar aufeinander gefolgt sind, und daß zwischen ihnen eine geraume und lange Zeit verstreichen und erst weit abgelegene Erschütterungen die Auslösung herbeiführen konnten. Denn „ein baufälliges Haus steht oft noch Jahrhunderte lang, ehe es in sich zusammenbricht, und eine Brücke stürzt erst oft dann ein, nachdem die letzte große Belastung lange schon vorbei ist". Die Austrittsmöglichkeit für das Magma ist ja besonders dann vorhanden, wenn durch eine Verschiebung der Massen an der Oberfläche der Erde der von obenher wirkende Druck geringer geworden ist, ein eben bei der Gebirgsbildung platzgreifender Umstand, „wo die Massen übereinander geschoben werden und über ihr bisheriges Niveau erhoben sind. Dadurch muß notgedrungen ein Defekt eintreten, der den Austritt der zentrifugalen Kraft erleichtert und ermöglicht." Die Ursache der diese Krustenbewegung in großem Maßstabe nach sich ziehenden Polschwankungen (Polwanderungen, Achsenschwankungen) der Erde kennen wir zur Zeit nicht. „Es ist die Sache der Astronomen" dieselben festzustellen. Daß jedoch ein solches Abdrängen der Erdachse von ihren eigentlichen Polen aber in früheren Perioden der Erdgeschichte stattgefunden haben muß, das wissen wir, ebenso wie der Umstand, daß dergleichen Erscheinungen tatsächlich Störungen in der Erdkruste hervorzurufen imstande sind, außer Zweifel steht. Durch die Untersuchungen, welche Milne und Cancani über die Wechselbeziehungen zwischen den Polschwankungen (Variationen der geographischen Breiten) und der Anzahl der auf weite Areale der Erdoberfläche hin fühlbaren Erdbeben (Weltbeben) angestellt haben, ist das erwiesen.

Im Jahre 1897 betrug die Polabweichung 1,07″, und es wurden 44—47 Weltbeben registriert, während im Jahre 1895 die Größe der Polabweichung 0,53″ war und nur 9 Weltbeben stattgefunden haben. Das Jahr 1902 hatte eine Polabweichung von 0,97″ und 29 Weltbeben, gegenüber 1900, das 0,32″ Polabweichung und 17 Weltbeben aufweist. Da, wie gleich im folgenden ausgeführt werden soll, die Erdbeben Erscheinungen sind, welche durch Störungen innerhalb der Erdkruste erzeugt werden, so müssen die Polschwankungen auch letztere zur Folge haben, die je nach ihrer Größe einen beträchtlicheren oder geringeren Massenausgleich erfordern, um die Gleichgewichtslage wieder herzustellen. Größere Störungen müssen daher spezifisch schwerere Magmaabgaben hervorrufen, mehr oberflächliche dagegen spezifisch leichtere und weniger massige Ergüsse und Ausbrüche, eine Forderung die genau mit den von Becke bezüglich der pazifischen und atlantischen Lavensippen ermittelten Resultaten (Seite 115) übereinstimmt.

Die Kräfte, die sich in den gebirgsbildenden Vorgängen äußern, sind zusammenziehende, zentripetale, diejenigen, auf welche die magmatischen Ergüsse zurückzuführen sind, ausdehnende, expansive oder zentrifugale. Nun sprechen gewichtige Gründe dafür, daß beide Bewegungsarten nicht gleichzeitig wirken können, denn die Annahme, daß die Wärmeabgabe der Erde an das Weltall sich zu gleicher Zeit einmal in die zentripetale und das andere Mal in die zentrifugale Bewegungsart umgesetzt hätte, ist eine ganz unmögliche. Da die Beweise ihrer Wirkungen aber vorhanden sind, so bleibt nur die Erklärung dafür übrig, daß zentripetale und zentrifugale Kräfte sich im Laufe der Entwicklungsgeschichte unseres Planeten abgelöst haben. Und die Ergebnisse der Erdgeschichte scheinen das zu bestätigen, denn wie Rothpletz, der dieser Frage näher getreten ist und den erwähnten Widerspruch mit großem Geschick zu lösen versucht hat, ausführt, sind nach dem bisherigen Stand unserer geologischen Kenntnisse nirgends und zu keiner Zeit Gebiete unserer Erdkruste gleichzeitig der Schauplatz vulkanischer Ereignisse und von Gebirgsfaltung gewesen. Sie haben vielmehr sehr wahrscheinlich miteinander abgewechselt! Also besteht auch nach Rothpletz kein unmittelbarer, sondern nur ein mittelbarer Zusammenhang, ein Verhältnis gegenseitiger Vertretung, zwischen beiden Vorgängen. Im

Grunde dasselbe Resultat seiner Betrachtungen, wie dasjenige Schneiders!

In wesentlich engerem Zusammenhange mit den gebirgsbildenden Vorgängen und mit den gestörten Teilen der Erdoberfläche als der Vulkanismus im engeren Sinne steht die Mehrzahl derjenigen Erscheinungen, welche man als Erdbeben zusammenfaßt. Wir sagten die Mehrzahl, denn nicht alle Erdbeben sind auf solche Ursachen zurückzuführen. Zunächst gibt es eine Abart von Erderschütterungen, welche durch den lokal beschränkten Einsturz von Gesteinsschichten entstehen, deren Unterlage durch das im Erdinnern zirkulierende Wasser ausgelaugt wurde, so daß sie ihre Stütze verloren und zusammenbrechen mußten. Erdbeben, welche durch derartige, an der Erdoberfläche bisweilen kaum oder gar nicht sichtbare, wohl aber je nach ihrem Umfang mehr oder weniger fühlbare Veränderungen in Gesteinsgefüge der Erdkruste hervorgerufen werden, nennt man Einsturzbeben. Sie sind genau wie ihre Entstehungsursache lokaler Natur, haben mit Verschiebungen innerhalb der Erdrinde, die in vulkanischen Vorgängen im weiteren Sinne begründet sind, mit tektonischen Ursachen nichts zu tun, sondern sind einzig und allein nur Wirkungen der auflösenden und auslaugenden Arbeit des Wassers, werden demnach auch nur dort vorkommen können, wo für diese Tätigkeit besonders günstig zusammengesetzte Gesteinsschichten vorhanden sind, und wo das betreffende Gebiet von Spalten durchzogen ist, die einer entsprechenden Menge von Oberflächenwasser den Zutritt in die Erdtiefe gestatten. Als ein Einsturzbeben größeren Stils ist das Erdbeben angesehen worden, das um die Mittagsstunde des 25. Juli 1855 einen Teil des Kantons Wallis in der Schweiz erschüttert hat, und das man nach dem Orte, wo die stärksten Wirkungen davon zu spüren waren, das Erdbeben von Visp genannt hat. Bereits ein Jahrhundert vorher waren in diesem Teil der Alpen, besonders im Rhonetal von Brieg bis Sitten ähnliche Erscheinungen wahrgenommen worden. Für das davon betroffene Gebiet sind die erwähnten Erderschütterungen äußerst verhängnisvolle gewesen; von unheimlichen unterirdischen Geräuschen begleitete Stöße warfen Kirchen und Häuser um, es schien als ob die Berge zusammenkrachen wollten, neue Quellen entstanden, alte versiegten. Überall in der dortigen Umgegend treten stark gipshaltige Quellen aus einer breiten

Zone steinsalz- und gipsführender Gesteine hervor, die diesen letzteren jährlich an 200 Kubikmeter Gips entziehen. Eine der bekanntesten dieser Quellen ist die vadose Therme von Leuk am berühmten Passe der Gemmi, die 1,95 Gramm fester Bestandteile, einen sehr hohen Betrag, im Liter Wasser zeigt. Durch diese Aeonen lang anhaltende auflösende Arbeit des unterirdischen Wassers müssen hier gewaltige Hohlräume geschaffen worden sein, deren Zusammenbruch dann nach Volger, einem deutschen Gelehrten, welcher sich viel mit solchen Fragen beschäftigt und eingehende Untersuchungen über die Ursachen des Erdbebens von Visp angestellt hat, diese Erderschütterungen herbeigeführt haben, die, wenn auch in stets abnehmender Stärke, volle acht Monate hindurch angedauert haben. Nach einer neueren Ansicht soll diese Erklärung aber nicht die richtige sein, sondern die Katastrophe von Visp soll auf gebirgsbildenden Ursachen beruhen, also in die Abteilung der tektonischen Erdbeben gehören, von denen gleich nachher eingehender die Rede sein wird.

Eine weitere von den gebirgsbildenden Kräften unabhängige Art von Erdbeben sind die vulkanischen, die durch Gasexplosionen beim Auftrieb des Magmas vor oder während der Eruption verursachten Erderschütterungen, die naturgemäß auch nur auf kleinere Gebiete in der Umgebung der Feuerberge beschränkt bleiben, Erscheinungen, von denen bereits im zweiten Abschnitt (Seite 57) näheres gesagt worden ist. Es sind die vulkanischen Erdbeben im engeren Sinne, nach Branca, denen dieser Forscher die vulkanischen Erdbeben im weiteren Sinne anreiht, Beben, welche Hörnes als kryptovulkanische bezeichnet wissen will. Es sind „misglückte Ausbruchsversuche" von scheintoten Feuerbergen, oder auch von erloschenen, bei denen der Schmelzfluß in der Tiefe aber doch noch lebendig genug ist, um sich hin und wieder noch etwas zu rühren. „Beide Fälle", sagt der genannte Berliner Geologe „schließen sich so nahe an die vulkanischen Beben im engeren Sinne an, daß man sie von diesen gar nicht scharf abtrennen kann." Die Erderschütterungen, welche in den verflossenen letzten 150 Jahren mehrfach die Insel Ischia in Mitleidenschaft gezogen und hier im März 1881 und im Juli 1883 gewaltige Zerstörungen hervorgerufen und mehrere Tausend Menschenleben vernichtet haben (Erdbeben von Casamicciola), sind wohl Beispiele für solche vulkanische Beben im weiteren Sinne, deren

Sitz im magmatischen Herde des seit 1302 nicht mehr eruptiv gewordenen Vulkans Epomeo auf Ischia zu suchen sind. Nach anderen Forschern jedoch sollen die Bodenerschütterungen dieser Insel Einsturzbeben sein, verursacht durch die auslangende Tätigkeit der hier befindlichen größeren Zahl heißer Quellen, die stark mit gelösten Bestandteilen beladen sind, eine aber nur geringe Wahrscheinlichkeit für sich habende Ansicht!

Die großartigen Fortschritte, deren sich die geologische Wissenschaft im Verlaufe der jüngstverflossenen fünfzig Jahre zu erfreuen gehabt hat, sind auch auf die weitere Herausbildung der Erdbebenkunde von gedeihlichem Einfluß gewesen, und wir wissen heutzutage, daß, wie bereits weiter oben angedeutet, die Mehrzahl der Erderschütterungen einer dritten Abart angehört, deren Ursache in gebirgsbildenden, in tektonischen Vorgängen zu suchen ist. Diese tektonischen Erdbeben werden sich daher an denjenigen Stellen vorzugsweise fühlbar machen, wo die gebirgsbildende Kraft sich noch vor kurzer Zeit — diese Worte im geologischen Sinne gemeint — betätigt hat, also in Gebieten der jüngsten Gebirgsfaltungen und der jüngsten Bruchlinien. In junggefalteten Arealen treten die Erdbebenerscheinungen, die seismischen Vorgänge (vom griechischen Worte Seismos, Erschütterung) häufiger auf, als in solchen, wo in jüngerer geologischer Zeit nur Brüche zur Ausbildung kamen, und keine faltende Bewegung erfolgt ist. Allerdings gibt es kaum eine Stelle auf der Erdoberfläche, die nicht einmal erschüttert würde, und selbst weitausgedehnte und bruchfreie Tafelländer werden nicht davon verschont, allein die größten und die meisten Erderschütterungen scheinen auf die großen Störungszonen der Erdkruste beschränkt zu sein (Umrandung des Stillen Ozeans, Sundabogen, der Zug junger Kettengebirge von Spanien bis nach Hinterindien, der große ostafrikanische Grabenbruch usf.). Da auch die Erscheinungen des Vulkanismus im engeren Sinne vorzugsweise an diese gestörten Schollen gebunden sind, so wird auch „die geographische Verbreitung der meist erschütterten Areale in ihren Hauptzügen mit der der Vulkanstriche übereinstimmen" (Löwl). Wenn man aber, so führt dieser Forscher des weiteren aus, die wichtigsten Vulkanstriche und die Gebiete der häufigsten seismischen Erscheinungen im einzelnen miteinander vergleicht, so stellt sich heraus, daß ihre Beziehungen bei weitem keine so einfach zu verstehenden sein können, als

man bei einer allgemeinen Übersicht zuerst glauben würde. So sind, um einige Beispiele dafür anzuführen, im „unruhigsten Lande der Erde", in Japan, Erdbeben und magmatische Ergüsse dem Raum und der Zeit nach voneinander unabhängig, und auch die Lage der italienischen Vulkane, die alle bis auf einen, den erloschenen Monte Vulture in der Basilicata, auf der Westseite dieses Landes stehen, sowie der Ausbruchsstelle von Santorin, einer Insel an der Ostküste Griechenlands, gegenüber der von starker Erdbebentätigkeit heimgesuchten Umrandung des Adriatischen Meeres spricht hier für einen Mangel an gegenseitigen engeren Beziehungen zwischen Vulkanen und seismischer Kraft. Löwl stimmt in dieser Ansicht nicht mit derjenigen des großen österreichischen Geologen Süß überein, der einen engeren Zusammenhang der Vulkane auf den Liparischen Eilanden mit seismischen Vorgängen angenommen hat und wie folgt sagt: „Man hat sich also wohl vorzustellen, daß in einem durch die peripherische Linie von 1783 abgegrenzten Raume (dem Meeresteile zwischen dem Nordostrande Siziliens und dem Südweststrande Italiens) die Erdrinde schüsselförnig sich einsenkt, und daß hierbei radiale Sprünge entstehen, welche gegen die Liparen konvergieren. Diese konvergierenden Linien sind in der Nähe dieses Zentrums mit vulkanischen Ausbruchsstellen besetzt. *Jede Gleichgewichtsstörung der einzelnen Schollen verursacht gesteigerte vulkanische Tätigkeit auf den Inseln und Erschütterungen des Festlandes auf Sizilien.*" Ähnlich wohl verhalten sich allem Anschein nach die Dinge in Mittelamerika und dem Karaibischen Meere, wo mehrfach Eruptionen Erdbeben zu Vorläufern hatten, deren oftmals beträchtliche räumliche Entfernung von der Ausbruchsstelle, gegen 3000 Kilometer, allein schon ihren vulkanischen Charakter ausschließen dürfte, während noch andere Umstände diese Erschütterungen mit großer Wahrscheinlichkeit in die Abteilung der tektonischen Beben verweisen.

Mit dieser Art von Erderschütterungen zuweilen verbundene Erscheinungen sind Spaltenbildungen an der Erdoberfläche; die Ränder dieser Klüfte sind manchmal gegeneinander verworfen, derart, daß der eine höher zu liegen kommt, als der andere. Es sind also Verschiebungen von Schollen aneinander, *seismische Verwerfungen*, die verhältnismäßig beträchtliche Niveaudifferenzen herbeiführen können. Am 20. Oktober 1891

hat ein von ungeheurer Zerstörung und Verheerung begleitetes Erdbeben ein etwa 60% der Gesamtoberfläche vom Mikado-

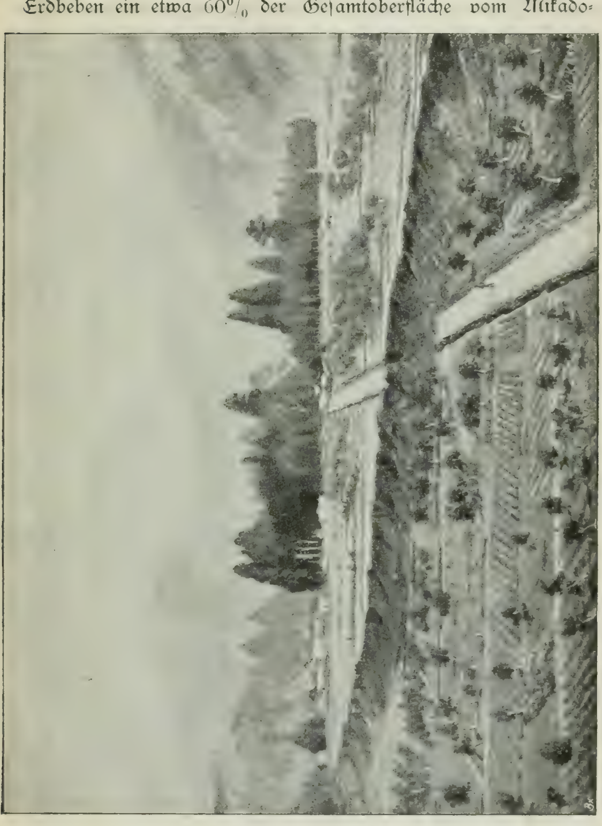


Abb. 41: Geländeverschiebung im Neothale, Japan, infolge des Mino-Owari-Bebens vom Oktober 1891. Nach Sieberg.

reiche umfassendes Gebiet erschüttert und eine 112 Kilometer lange Spalte im Boden aufgerissen, deren beide Ränder durch-

schnittlich um 30 bis 60 Zentimeter, an manchen Stellen sogar um 20 Meter in vertikaler Richtung gegeneinander verschoben waren. Ähnliches, wenn auch nicht in solchem bedeutendem Umfange ist beim Lokrischen Erdbeben im April 1894 beobachtet worden, dann beim Erdbeben von Alaska im September 1899 usf.

Derartiges Aufreißen von Spalten gehört mit zu den verhängnisvollsten Wirkungen der seismischen Vorgänge, einerlei zu welcher Abart dieselben zu rechnen sind. Bei einem Erdbeben von Catania auf Sizilien (wohl vulkanischer Natur) riß, wie Branca berichtet, eine schmale Spalte unter einigen Häusern auf, die sich von oben bis unten spalteten, so daß im Augenblicke der Mond durch alle Wände in die Zimmer schien. Im nächsten Augenblicke aber schlossen sich die Spalten wieder so fest, daß man von ihnen nichts mehr bemerken konnte. Ganz ungeheuerlich klingen die Schilderungen von dem großen Erdbeben, von dem im Jahre 1783 und in den folgenden Calabrien betroffen worden ist. Da spaltete auf Meilenlänge das Gebirge parallel den Tälern ab, und Städte und Dörfer, die oben auf der Höhe standen, sanken in die Tiefe der Täler herab. Im Jahre 1868 wurde eine ganze Stadt in Ecuador, Cotocachi, von Tausenden und aber Tausenden von Spalten verschlungen, die bei der Erderschütterung plötzlich aufklafften. „Von den meisten Häusern blieb nicht einmal eine Spur zurück.“

Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, die Schrecknisse eines großen Erdbebens eingehender zu schildern und zu erzählen, wie Häuser aus ihren Grundfesten gehoben, ganze Ortschaften dem Erdboden gleich gemacht, Leichen aus ihren Gräbern geschleudert und Hekatomben von Menschenleben in wenigen Minuten geopfert wurden. Wer ergreifende Darstellungen dieser Dinge lesen will, den verweisen wir auf die bereits mehrfach in diesem Buche angezogene Abhandlung von Branca. „Wenn in heißer Schlacht“, sagt dieser Forscher, „vom frühen Morgen bis zum späten Abend Hunderttausende von Männern miteinander ringen, dann bringen sie es heute allenfalls, auf beiden Seiten zusammen, auf 8—10 000 Tote. Der letzte große Krieg, 1870—71, hat uns Deutsche 41 000 Tote gekostet, die gewaltsamen Todes starben. Elendes Stümperwerk der Kinder gegenüber dem, was Allmutter Erde leistet, wenn sie in heftiges Beben verfällt.“ Das Erdbeben, das um das Jahr 526 unserer

Zeitrechnung die Mittelmeerländer betroffen hat, soll 100—200000 Menschenleben zum Opfer gefordert haben, 30000 dasjenige

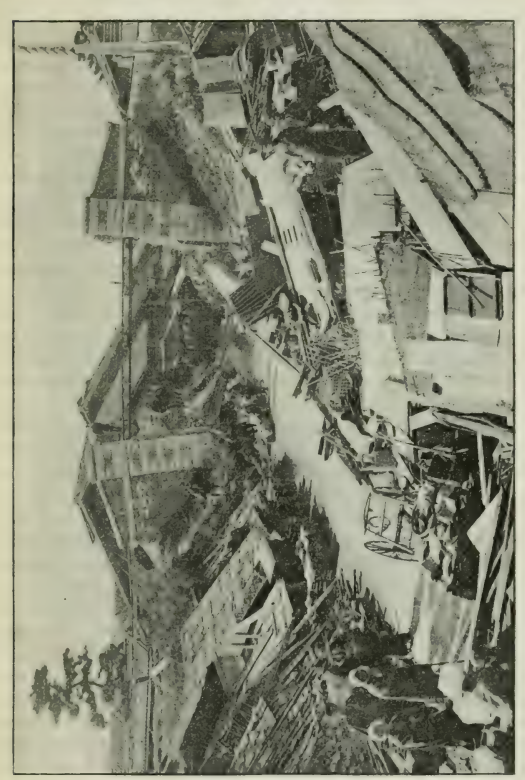


Abb. 42: Straßenbild in der Vorstadt Nagoya, Japan, nach dem Mino-Owari-Beben vom Oktober 1891. Nach Sieberg.

am Allerheiligentage 1755, das nach der Stätte seiner größten Kraftäußerung den Namen des Erdbebens von Lissabon führt,

60 000 dasjenige auf Sizilien im Jahre 1693! Noch unheilvoller können die Einwirkungen der seismischen Vorgänge werden, wenn sie auch Meeresteile in den Bereich ihrer Tätigkeit ziehen und gewaltige Sturzwellen erzeugen, Erdbebenflutwellen oder Tsunamis (nach ihrer Bezeichnung an der Ostküste von Nippon, wo diese Dinge sehr häufig sind). Über die Entstehungsursache der Tsunamis besteht bei den kompetenten Gelehrten keine völlige Übereinstimmung. Nach den einen würden sie lediglich als die Folgewirkungen großer unterseeischer Vulkanausbrüche zu betrachten sein, deren Gasexplosionen und magmatische Ergüsse bei der Berührung mit dem kalten Meerwasser dieses zum Teil in Dampfmassen verwandeln, welche wiederum die Aufwallungen des Wasserbeckens bewirken, also gewissermaßen vulkanische Seebeben, nach anderen sind sie vielleicht auf tektonische Seebeben zurückzuführen. Es braucht ja kaum noch besonders betont zu werden, daß ebensogut wie die Festlandsmassen auch die Meeresräume unseres Planeten von seismischen Erscheinungen betroffen werden können, wenn sich auch die Ergebnisse der Erdbebenforschung, wie Sieberg betont hat, nicht ohne weiteres auf die Seebeben anwenden lassen. Doch das gehört nicht hierher!

Als Beispiele solcher bedeutender Erdbebenflutwellen und der von ihnen angerichteten Verwüstungen mögen hier diejenigen vom 15. Juni 1896 angeführt werden, die an der Ostseite von Nippon auf einer Küstenlänge von 700 Meilen fühlbar waren und 30 000 Menschenleben zu Grunde gerichtet haben, sowie die infolge der Eruption des Krakatau (Seite 41) aufgetretenen Meereswogen, „die stellenweise 30 Meter Höhe erreichten und an den benachbarten Gestaden Städte, Dörfer und Wälder überfluteten, sowie auf deren Trümmern große Mengen mißfarbenen Schlammes abluden.“ 40 000 Menschen sind durch ihre Wirkungen getötet worden. Die großen Wellen dieser Erdbebenflut folgten in einem Zeitraum von durchschnittlich 2 Stunden aufeinander, ein Wert, der eine horizontale Amplitüde von 80 geographischen Meilen (148 Kilometer) entspricht. Die Erdbebenflutwellen des Krakatau machten sich, allerdings an Stärke und Höhe rasch abnehmend, in allen Ozeanen geltend.

Es ist des öfteren behauptet worden, daß sowohl Haustiere als auch wilde Tiere schon vor Beginn der Erdbebenerscheinungen selbst und manchmal sogar Stunden und Tage be-

vor der Mensch etwas von der herannahenden Katastrophe bemerken konnte, Unruhe und Aufregung gezeigt hätten. Man hat das dahin gedeutet, daß der Wahrnehmungssinn dieser Tiere für Bodenerschütterungen ein denjenigen des menschlichen Geschlechts beträchtlich übersteigender sein müsse, so daß schon sehr geringe Bodenbewegungen, die für dieses gänzlich unbemerkbar bleiben, von den ersteren gefühlt werden. Diese Dinge bleiben noch Untersuchungen der Zukunft vorbehalten, aber jedenfalls stehen sie auf einem positiveren Boden als der Aberglaube früherer Jahrhunderte, der in besonderen „Lufterscheinungen", in „heranrückenden Kometen" usf. die „Propheten von Erdbeben und vieler zukünftigen Landesplagen" sehen wollte und solche Sachen mit „Furcht, Angst und Wehklagen betrachtet hat".

In sehr vielen Fällen treten ganz eigentümliche, dumpfem Donnergrollen oder fernem Geschützfeuer vergleichbare Geräusche vor, während oder nach dem Erdbeben, manchmal auch ohne jeden an der Erdoberfläche erkennbaren Zusammenhang mit diesen auf, die Bramidos der Mexikaner, die Retumbos in Südamerika, die Barrisal Guns (Kanonenschüsse von Barrisal) im Mündungsgebiete des Ganges und des Brahmaputra, die Rombos der Italiener, die Mistpoeffers und Nebelschüsse der Leute an der Nordseeküste, usf. Soweit es sich bei diesen Dingen um Begleiterscheinungen von wahrnehmbaren Erderschütterungen handelt, um Erdbebengeräusche im wirklichen Sinne des Wortes, werden dieselben wohl mit großer Wahrscheinlichkeit durch äußerst schnelle und kurze Schwingungen des Bodens hervorgebracht, welche dem eigentlichen Erdbebenstoße vorangehen. Ob jedoch die ohne erkennbaren Zusammenhang mit Erderschütterungen vorkommenden Bodenknalle die gleiche Entstehungsursache besitzen, das ist noch nicht festgestellt, wenn diese Annahme auch in der Gegenwart viele Anhänger gewonnen hat.

Vom Zentrum oder Hypozentrum aus, das ist von dem innerhalb oder vielleicht zuweilen auch unterhalb der Gesteinshülle unserer Erde in größerer oder geringerer Tiefe belegenen Ursprungsorte der Erschütterung, mit anderen Worten von dem Erdbebenherde aus pflanzt sich der Stoß nach allen Richtungen hin fort, und zwar in longitudinalen, radial auseinanderlaufenden Wellen. Diejenigen Wellen, welche sich in direkt vertikaler Richtung vom Zentrum aus nach der Erdoberfläche hin bewegen

und diese an der unmittelbar darüber belegenen Stelle, am Epizentrum treffen, wirken am stärksten, und sind zuerst fühlbar, während die Wellen, die sich seitlich hin ausbreiten, umso längere Zeit brauchen, um an die Erdoberfläche zu gelangen, je weiter ihr Treffpunkt mit dieser vom Epizentrum entfernt ist. Und mit dieser Entfernung nehmen auch im allgemeinen die Stärke der Erschütterung und deren Kraftäußerungen ab. Letztere sind in 10 verschiedene Stärkegrade abgestuft worden, deren erster und schwächster nur vermittelst feiner Erdbeben-Meßinstrumente wahrgenommen werden kann (mikroseismische Störungen), während der letzte und intensivste große katastrophenartige Ereignisse, Ruinen, Umsturz von Erdschichten, Spaltenbildung, Bergstürze usf. umfaßt. Zonen gleichstarker Erschütterung auf dem Bebenfeld, dem gesamten von der seismischen Bewegung heimgesuchten Areale, grenzt man durch Linien ab, welche Isoseisten genannt werden; die innerste und am meisten mitgenommene Zone, das pleistoseiste Gebiet, wird durch die Pleistoseiste umrandet. Orte gleichzeitiger Erschütterung auf dem Bebenfelde werden dagegen durch die Homoseisten verbunden, die sich aber mit den Isoseisten nicht decken. Wenn die Erde ein homogenes, das heißt in allen seinen Teilen gleichartig gebautes Ganze darstellen würde, so müßte die Fortpflanzung der seismischen Wellenbewegung nach allen Richtungen hin in gleichmäßiger Richtung geschehen, und Pleistoseiste wie auch die Isoseisten müsten konzentrische Ringe darstellen, ebenso die Homoseisten. Das tun diese Linien aber meist nicht, sondern sie bilden sehr verschieden gestaltete Figuren, denn bekanntlich besteht die Erdkruste aus sehr verschiedenartigen Gesteinskörpern, die vielfach gestört und verschoben sind, und alle diese Dinge wirken in beträchtlicher Weise auf die größere oder kleinere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen, demnach auch auf die Gestaltung der Isoseisten und Homoseisten ein. Nach Messungen eines japanischen Gelehrten H. Nagaoka ist diese Geschwindigkeit je nach der Gesteinsart von 5,86 bis nur 2,21 Kilometer in der Sekunde groß. Man hat auch beobachtet, daß gewisse Stellen in einem von häufigen Erschütterungen betroffenen Gebiet trotz dieser Erdbebenhäufigkeit mehr oder minder verschont bleiben, so Inseln aus besonders festen Gesteinen in einem von lockeren Massen aufgebauten Rindenteile, und diese gewissermaßen immunen Stücke haben den Namen Erd-

bebenbrücken oder Erdbebeninseln erhalten. Wenn die Erschütterung gleichzeitig nach allen Richtungen hin erfolgt und mehr oder weniger der Kreisform sich nähernde Homoseisten sich ergeben, die sich um das Epizentrum als Mittelpunkt lagern, so ist das Erdbeben ein zentrales (Beispiel: Erdbeben von Herzogenrath nordwestlich von Aachen, vom 22. Oktober 1873). Erdbeben mit elliptisch ausgezogenen Homoseisten nennt man Strichbeben, die des öfteren stark gestörte Rindenteile treffen. Verläuft diese Störungslinie, diese Verwerfung, auf der sie auftreten, parallel zur Gebirgsachse oder zur Streichungsrichtung der Gesteinsmassen, so redet man von Längsbeben, durchschneidet die Störung jedoch das Gebirge oder den Schichtenaufbau quer zu deren Längsachse, dann führt die Erschütterung den Namen Querbeben oder Blattbeben (nach dem Ausdruck „Blatt", der eine quer zur Gebirgsfaltung gerichtete Horizontalverschiebung der Schichten bedeutet). Erschütterungen innerhalb eines Bebenfeldes sollen im Stande sein, vorhandene Spannungen in diesem benachbarten Gebieten auszulösen und darin neue seismische Erscheinungen hervorzurufen, die als Relaisbeben oder Simultanbeben bezeichnet werden. So hat am 4. Dezember 1690 ein starkes Erdbeben Villach und seine Umgebung in Kärnthen heimgesucht, das sich nach der Mürzlinie hin fortpflanzte und in Wien den Stephansturm beschädigte. Gleichzeitig trat ein zweites Maximum, wenn auch nicht so verheerend in seinen Wirkungen, in großer Entfernung bei Meißen in Sachsen auf.

Ungemein wechselnd und schwankend ist die Dauer der Erschütterung bei den Erdbeben. Caracas in Venezuela ist am Gründonnerstag 1812 durch drei Stöße, die alle innerhalb des Zeitraumes von nur einer halben Minute erfolgten, in einen wüsten Trümmerhaufen verwandelt worden, der 10 000 Menschen unter sich begrub, die Katastrophe von Lissabon am 1. November 1755 hat nur wenige, ungefähr 5, Minuten gedauert, dann lagen zwei Drittel der Stadt am Boden und 30 000 Menschenleben waren vernichtet. Dagegen hat das Erdbeben von Calabrien, das 1783 begonnen hat, diese Landschaft 4 Jahre lang in Erschütterung gehalten, und zwar anfangs so sehr, daß im ersten Jahre nicht weniger als 949 Stöße, darunter 98 sehr heftige verspürt worden sind. Das Erdbeben von Groß-Gerau im Rheintale hat sich von 1869 bis 1873 be-

merkbar gemacht, und auch im sächsischen Voigtlande haben Erdbebenerschütterungen mehrfach längere Zeit hindurch angehalten (1875—1900, 13. Februar bis 18. Mai 1903).

Die Frage nach der Tiefe des Erdbebenherdes ist eine noch ungelöste. „Wohl begegnet man", sagt Sieberg, „in der Erdbebenliteratur einer Reihe von zahlenmäßigen Angaben über die Herdtiefe einzelner Beben, aber sie besitzen, wie heutzutage feststeht, nur den Wert einer bloßen Schätzung. Der Grund hierfür ist der, daß einesteils die zur Berechnung dieser wichtigen Größe aufgestellten älteren Methoden auf falschen Voraussetzungen beruhen, anderenteils sich außerdem noch der praktischen Durchführung ganz außerordentliche Schwierigkeiten in den Weg stellen." Neuere Berechnungen haben für die Herdtiefe des Erdbebens von Ischia am 28. Juli 1883 einen Mittelwert von 800 Meter ergeben, für dasjenige von Herzogenrath am 22. Oktober 1873 einen solchen von 1500 Meter, von 10 300 Meter für das japanische Mino-Owari-Erdbeben vom 28. Oktober 1891 und einen Minimalwert von 107 500 Meter für das Erdbeben in Nordamerika vom 31. August 1886. Jedenfalls aber ist es nach dem genannten Erdbebenforscher unzulässig, den erregenden Ort als einen Punkt anzunehmen; derselbe stellt vielmehr eine meist engbegrenzte, manchmal aber auch umfangreichere Stelle unter der Erdoberfläche dar, die in einigen Fällen linienhaft, in anderen sogar wesentlich flächenhaft beschaffen sein muß. Und ebenso irrig ist es, aus der Gestalt des pleistoseisten Gebietes auf diejenige des Erdbebenherdes Schlüsse ziehen zu wollen, „wenn man auch zu sagen berechtigt ist, daß eine elliptische Erschütterungsfläche wahrscheinlich einen gestreckteren Herd besitze, als eine kreisförmige".

Nach dem Straßburger Geographen Gerland liegt die Erregungsstelle der Erdbeben sogar ganz außerhalb der festen Erdrinde und wäre in größeren Tiefen, im magmatischen und gasförmigen Erdinneren zu suchen.

Der Erdbebenforschung ist in neuerer Zeit von Seiten der meisten Kulturstaaten der Erde besonderes Interesse zugewendet worden. Mit ausgezeichneten Apparaten versehene Beobachtungsstationen wurden eingerichtet, die selbst weitentfernte und den menschlichen Sinnen am Beobachtungsorte nicht mehr wahrnehmbare Erschütterungen, Fernbeben, zu registrieren vermögen. Seine Hauptstation besitzt Deutschland in Straßburg im Elsaß

neben noch manchen anderen, von den verschiedenen Staaten des Reiches geschaffenen kleineren Beobachtungsstationen.

Es erübrigte noch, einige Worte über die von Perrey und Anderen, besonders aber auch von R. Falb verfochtene Ansicht zu sagen, nach welcher die Entstehungsursache der Erdbeben nicht in tellurischen Vorgängen zu suchen sein soll, nicht in solchen, die sich innerhalb des Erdballes oder auf dessen Oberfläche, sondern in kosmischen, die sich außerhalb unseres Planeten, im Weltall vollziehen. Die Mondkonstellationen und ein damit verbundener Wechsel der Anziehungskraft des Mondes auf die Erde sollen Springfluten im feurigflüssigen Erdinneren, und dadurch die Erdbeben erzeugen. Die meisten Forscher haben die Falbsche Erdbebenlehre als unhaltbar erkannt, doch sind auch Stimmen laut geworden, welche die Möglichkeit von der Entstehung mancher Erdbeben als Folgeerscheinungen der Einwirkungen von Sonne und Mond auf die Erde in bedingter Weise zugeben. Sie dürfen aber nicht als die letzte Ursache der Erderschütterungen aufgefaßt werden, sondern sie können nur durch ihre ansaugende Kraft den Ausbruch eines tektonischen Erdbebens beschleunigen, das auch ohne diese Umstände, wenn auch erst in späterer Zeit, eingetreten sein würde, eine Ansicht, die durchaus nicht von der Hand zu weisen ist!

Als die Grundursachen für die Erscheinungen des Vulkanismus im engeren wie im weiteren Sinne sehen wir die allmählige Abkühlung der Erde an. Wenn dem so ist, und wenn infolgedessen die glutflüssige innere Zone immermehr schwindet, die Erdkruste jedoch immer starrer, stärker und mächtiger wird, so müssen die vulkanischen Vorgänge im Laufe der Entwicklung unseres Planeten mehr und mehr abgeflaut und in früheren geologischen Perioden um sehr viel beträchtlichere gewesen sein, als in der Gegenwart. Das scheint in der Tat zuzutreffen, und jedenfalls läßt sich von der Tertiärzeit bis in unsere Tage hinein eine allmählige Abnahme der vulkanischen Kraftäußerung feststellen, die auch in der verschiedenen Art der Förderung vulkanischen Materials hervortritt.

Es ist das große Verdienst Karl Schneiders, auf diesen letzteren Umstand hingewiesen und den Nachweis dafür versucht zu haben, daß die Reihenfolge des Auslösens vulkanischer Energie in nahezu allen größeren Vulkangebieten der Erde drei Phasen zufällt, deren erste in Lavaförderung, deren mittlere in Tuffförderung, und

deren dritte und letzte in Gasförderung besteht, natürlich aber nicht so, daß von einem bestimmten Zeitpunkte an überhaupt nur noch eine dieser Förderungsarten erfolgen könnte. Vielmehr kann eine Phase noch in die andere, ja sogar noch in die dieser nächstfolgende hineinreichen, ohne aber nur im entferntesten noch ihre frühere Bedeutung zu erlangen. Und was so für die einzelnen Vulkangebiete der Erde gilt, gilt auch für die Betätigung des Vulkanismus im engeren Sinne überhaupt. In der Gegenwart soll sich die vulkanische Energie in der fortgeschrittenen zweiten Phase ihrer Entwicklung, in derjenigen mit vorwaltender Förderung losen Auswurfsmaterials befinden.

Und die Zeit dürfte dann auch einmal kommen, wo auch sie ihr Ende finden wird, um der dritten Phase Platz zu machen, und endlich wird auch diese und mit ihr jede vulkanische Kraftäußerung auf Erden endgiltig abgeschlossen sein. Und Hand in Hand mit der völligen Erstarrung unseres Planeten wird die Abkühlung der Sonne vor sich gehen. Eine Kruste wird sich auf das Antlitz dieses leuchtenden Gestirnes legen, und infolgedessen wird jede Lebensbetätigung auf Erden mehr und mehr nachlassen und schließlich gänzlich ersterben müssen. Starr und leblos wie ihr Satellit, der Mond, dessen ausgebrannte Riesenkrater noch von den Tagen erzählen, da dieses erkaltete Gestirn ebenfalls ein warmes Herz und Feuer in seinen Adern hatte, wird auch einmal unsere Allmutter Erde im Weltenraume dahinziehen. Nichts Lebendiges wird mehr darauf wohnen, und mit dem Letzten unseres Geschlechts werden auch alle die Hoffnungen und alle die Sorgen dahingeschwunden sein, welche so viele Jahrtausende hindurch die Triebfedern seiner Handlungen gewesen sind und das Wohl und Wehe der Menschheit bedingt haben. Alles in Allem eine traurige Aussicht, wenn wir nicht eine Gewißheit hätten, eine Wahrheit in uns fühlten, der Einer auf der Menschheit Höhen, der Goethe mit den Worten Ausdruck gegeben hat:

„Diese plumpe Welt aus einfachen Elementen zusammenzusetzen und sie jahraus, jahrein in den Strahlen der Sonne rollen zu lassen, hätte Gott wenig Spaß gemacht, wenn er nicht den Plan gehabt hätte, auf dieser materiellen Unterlage sich eine Pflanzschule für eine Welt von Geistern zu gründen."



Nazareth. Aus Löhr, Volksleben im Lande der Bibel.

Religion

David und sein Zeitalter. Von Prof. Dr. B. Baentsch. 8⁰. 176 S. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Das Buch ist ein wohlgelungener Versuch, die Gestalt des Königs David vor den Augen des modernen Menschen wieder aufleben zu lassen .... Allen Freunden kulturgeschichtlicher und religionsgeschichtlicher Betrachtungen sei es bestens empfohlen. Es eignet sich außer zum Selbststudium auch zum Vorlesen in Haus und Vereinen."

Kirchliches Wochenblatt. Nr. 46. 11. Jahrgang.

Die babylonische Geisteskultur. Von Prof. Dr. H. Winckler (vergl. Geschichte).

Die Poesie des Alten Testaments. Von Prof. Dr. E. König. 8⁰. 164 S. Geh. Mk. 1.— In Originallbd. Mk. 1.25

„Der Verfasser ist in den Geist des A. T. wie wenige eingedrungen. Rhythmus und Strophenbau schildert er zuerst, charakterisiert sodann die alttestamentliche Poesie nach Inhalt und Geist, gruppiert sie nach den Seelentätigkeiten, denen sie ihre Entstehung verdankt, analysiert die epischen, didaktischen, lyrischen und dramatischen Dichtungen des A. T. und führt in die Volksseele des Judentums ein."

Homiletische Zeitschrift „Dienet einander." 1907.

Volksleben im Lande der Bibel. Von Prof. Dr. M. Löhr. 8⁰. 138 Seiten mit zahlreichen Städte- und Landschaftsbildern. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„. . . Verfasser gibt auf Grund eigener Reisen und genauer Kenntnis der Literatur eine Charakteristik von Land und Leuten, schildert das häusliche Leben, die Stellung und das Leben des Weibes, das Landleben, das Geschäftsleben, das geistige Leben, und schließt mit einem Gang durch das moderne Jerusalem. Überall zieht er die Berichte der Bibel vergleichend heran, untersucht, was noch von alten Sitten erhalten ist und verfolgt die seitherige Entwicklung . . . Wer die Eigenart und Bedeutung des heiligen Landes kennen lernen will, wird gern zu diesem empfehlenswerten, flott geschriebenen Büchlein greifen."

(Ev. Gemeindebote. 5. Jg.)

Christus. Von Prof. Dr. O. Holtzmann. 8⁰. 152 Seiten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Mit einer wunderbaren Ruhe, Klarheit und Überzeugungskraft faßt H. die Stücke zu einem abgerundeten, einheitlichen Bilde zusammen, die für die Jesusforschung bedeutsam waren und als ihr Reinertrag bezeichnet werden können." K. Koch. (L. Bl. z. Pd. Ztg. 07.)

Aus dem Inhalt: Das Christentum in der Geschichte. — Volk und Heimat Jesu. — Quellen des Lebens Jesu. — Glaubwürdigkeit der drei ersten Evangelisten. — Geschichte Jesu. — Das Evangelium Jesu. — Der Sünderheiland. — Die Glaubenstatsachen des Lebens Jesu. — Erlöser, Versöhner, Messias.

Das Christentum. Fünf Vorträge von Prof. Dr. C. Cornill, Prof. Dr. E. von Dobschütz, Prof. Dr. W. Herrmann, Prof. Dr. W. Staerk, Geheimrat Prof. Dr. E. Troelsch. 168 S. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Mit dem Glauben an einen unvergänglichen Inhalt des Christentums, aber in kritisch-historischer Darstellung wird in diesen 5 bedeutungsvollen Studien Entstehung und Wesen des Christentums geschildert.

Inhalt: Israelitische Volksreligion und die Propheten. Griechentum und Christentum. Judentum und Hellenismus. Luther und die moderne Welt. Die religiöse Frage der Gegenwart.

Die evangelische Kirche und ihre Aufgaben. Von Prof. Dr. F. Niebergall. 160 S. Geh. M. 1.—. In Origb. M. 1.25.

Es sind die Grundfragen unseres kirchlichen Lebens, die hier von berufener Seite in strenger Objektivität behandelt werden. Die einzelnen Kapitel enthalten:

I. Die „auswärtige" Politik der Kirche. Die äußere Mission. Die römische Kirche. Die anderen evangelischen Kirchen. Kirche, Staat und Volkstum. Kirche und Kultur. II. Die „innere" Politik der Kirche. III. Das Ideal der lebendigen Gemeinde. IV. Das gottesdienstliche Leben. V. Der Religionsunterricht. VI. Der Pfarrer.



Schleiermacher, Buchschmuck von Bruno Héroux. Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Philosophie und Pädagogik

Die Weltanschauungen der Gegenwart in Gegensatz und Ausgleich. Von Prof. Dr. C. Wenzig. 8⁰. 158 Seiten.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Ein vortreffliches inhaltreiches Büchlein, mit wissenschaftlich-philosophischer Strenge geschrieben, das infolge seiner leichtverständlichen Darstellungsweise von einem größeren Publikum mit Erfolg gelesen werden kann. Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, die Entwicklung der verschiedenen Weltanschauungen historisch-kritisch zu beleuchten und zu zeigen, wie die Gegensätze in ihnen durch falsche Anwendung an sich richtiger Prinzipien entstanden sind."

J. Köhler. Archiv f. d. ges. Psychologie. Bd. XI. 2.

Einführung in die Ästhetik der Gegenwart. Von Prof. Dr. E. Meumann. 8⁰. 154 Seiten.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Deshalb wird man eine so klar geschriebene kurze Zusammenfassung aller ästhetischen Bestrebungen unserer Zeit mit lebhafter Freude begrüßen müssen. Die gesamte einschlägige Literatur wird vom Verfasser beherrscht. Man merkt es seiner elegant geschriebenen Darstellung an, wie sie aus dem Vollen schöpft. Gerade für den, der in die behandelten Probleme tiefer eindringen will, wird Meumanns Werkchen ein unentbehrlicher Führer sein."

Straßburger Post, 6. Dez. 1907.

„Es werden darin die Hauptprobleme der Ästethik und ihrer Methoden, nach denen sie behandelt werden, dargelegt. Jeder, der sich mit diesem Gegenstande befaßt, muß zu dem vorliegenden Buche greifen, denn eine Autorität wie Meumann kann nicht übergangen werden."

Schauen und Schaffen, 2. Februarheft, Jahrgang XXXV

Einführung in die Psychologie. Von Prof. Dr. H. Dyroff 160 S. Geh. Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Ein wirklich elementar gehaltener, großzügiger Überblick über die wichtigsten Erscheinungen des Seelenlebens (Sinn, Vorstellungen, Träume Phantasie, Gedächtnis, Gefühl, Denken und Sprechen, Wille und Aufmerksamkeit 2c.) und eine Einführung in die tiefer liegenden Probleme der Psychologie, ihre Aufgaben und Richtungen.

Charakterbildung. Von Privatdozent Dr. Th. Elsenhans. 8°. 160 S. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Von der großen Bedeutung der Charakterbildung für unsere Zeit ausgehend erläutert der Verfasser zunächst auf Grund eines geschichtlichen Rückblickes das Wesen des Charakters in seinen verschiedenen Beziehungen, schildert sodann seine Entstehung, wobei auch der angeborene Charakter eingehende Behandlung erfährt, und bespricht zuletzt in dem Abschnitt „Die Erziehung des Charakters" die Art, wie die Erziehung im Dienste der Charakterbildung ihre Aufgabe zu erfüllen hat.

Die moderne Erziehung in ihren praktischen Tendenzen. Von Direktor Dr. A. Pabst. 8°. 150 S. mit zahlr. Abbildungen. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

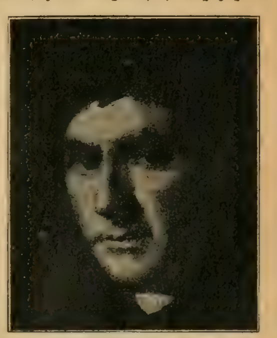
Die zeitgemäßesten Fragen unseres Erziehungswesens werden in diesem Bändchen behandelt. Insbesondere hat Verfasser die Einrichtungen des Auslandes (Engl., Amerika, Schweden 2c.) zum Vergleich herangezogen.

Aus dem Inhalt: Anfänge, Ziele, Macht und Grenzen der Erziehung. — Zögling und Erzieher. — Spiel und Beschäftigung. Kindergarten. — Die Schule. — Zeichnen, Handarbeiten 2c. — Erweiterung der Aufgabe der Schule. — Arbeitsschule. — Arbeitsmaterial der Schule und Hilfsschule. — Schule und Leben.

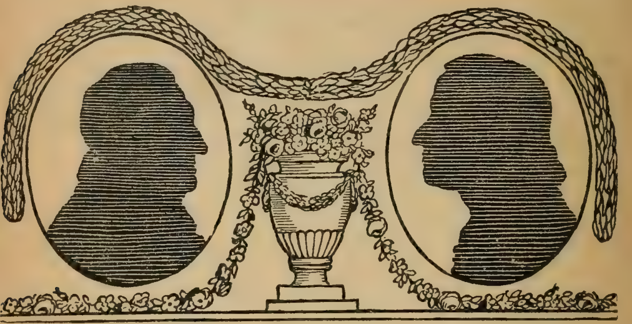
Rousseau. Von Prof. L. Geiger. 8°. 160 S. mit einem Porträt. Geh. M. 1.— In Originalb. M. 1.25

„Das kleine Büchlein hat einen reichen Inhalt. Es zeichnet uns den ehemaligen Franzosen, von dem ein so großartiger Einfluß ausgegangen ist, kurz und treffend, so daß wir das Buch allen Lehrern angelegentlich empfehlen können.

H. O. Preuß. Lehrerzeitung. 1908. No. 5.



Jean Jacques Rousseau.
Aus Geiger.



Schiller und Goethe, Buchschmuck von Bruno Héroux. Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Sprache • Literatur • Kunst

Unser Deutsch. Einführung in die Muttersprache. Von Geh. Rat Professor Friedrich Kluge. 8⁰. 150 Seiten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„In jedem der zehn Essays erkennen wir den hervorragenden Gelehrten, der hoch über der Sache steht; der überall aus dem vollen schöpft und mit vollendeter Darstellungskunst die Ergebnisse ernster wissenschaftlicher Forschung in einer Form bietet, die jedem Gebildeten die Lektüre des Buches zu einer Quelle des Genusses macht." Südw. Schulbl. Nr. 2, 1907.

Inhalt: 1. Das Christentum und die deutsche Sprache. — 2. Sprachreinheit und Sprachreinigung. — 3. Die Grenzen der Sprachreinheit. — 4. Die Entstehung unserer Schriftsprache. — 5. Standes- und Berufssprachen. — 6. Geheimsprachen. — 7. Studentensprache. — 8. Seemannssprache. — 9. Weidmannssprache. — 10. Ein Reichsamt für deutsche Sprachwissenschaft.

Lautlehre. Von Prof. Dr. Sütterlin. 192 S. mit zahlr. Abb. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Inhalt: Wege und Mittel der Lautwissenschaft, Sprachwerkzeuge, Bildung der Sprachlaute, Lautbegriffe, Silben, Aussprache, Schreibung. Bühnen-, Gesangs-, Umgangssprache.

Ein Grundriß für alle Sprach- und Gesangslehrer, Schauspieler, Studierende der Sprachwissenschaft, Psychologen und Physiologen. Unentbehrlich für jeden Lehrer.

Der Sagenkreis der Nibelungen. Von Prof. Dr. G. Holz. 8⁰. 132 S. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Verfasser behandelt die über die ganze germanische Welt des Mittelalters, besonders über Deutschland und Skandinavien verbreiteten, vielbesungenen Erzählungen von Siegfrieds Heldentum und Tod, sowie von dem ruhmreichen Untergange des Burgundenvolkes durch die Hunnen. Entstehung und Weiterbildung der Sage werden geschildert, ein Einblick in die Quellen gewährt und die nordische wie germanische Überlieferung auf Form und Inhalt untersucht.

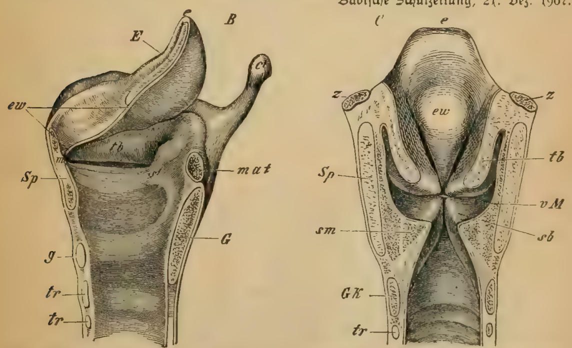
„Es ist ein Genuß, die beweiskräftigen und scharfsinnigen Ausführungen zu lesen." M. A. Lau. Schul-Museum, 4. Jg. Nr. 6.

Lessing. Von Geheimrat Prof. Dr. Werner. 160 Seiten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Leuchtend tritt uns Lessings bahnbrechende Tätigkeit auf literarischem, künstlerischem und religiösem Gebiete in diesem feinsinnigen literarischen Porträt entgegen, das aus der Feder eines unserer besten Kenner stammt und in lebensvoller Darstellung weiteste Kreise mit Lessings Werken und Wirken vertraut zu machen sich bemüht.

Heinrich von Kleist. Von Prof. Dr. H. Roetteken. 8⁰. 152 S. Mit einem Porträt des Dichters. Geh. Mark 1.— Geb. Mark 1.25

„Verfasser gehört seit langem zu den besten Kennern unseres großen Dichters . . . . Die in jeder Hinsicht von tiefem psychologischen Verständnis und feinem ästhetischen Empfinden getragene Darstellung sei hiermit allen Freunden unserer Literatur auf das wärmste empfohlen." Badische Schulzeitung, 21. Dez. 1907.



Rechte Hälfte des Kehlkopfs   Aus Sütterlin, Lautlehre.   Kehlkopf von rechts nach links.

Grundriß der Musikwissenschaft. Von Prof. Dr. phil. et. mus. Hugo Riemann. 8⁰. 160 Seiten.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

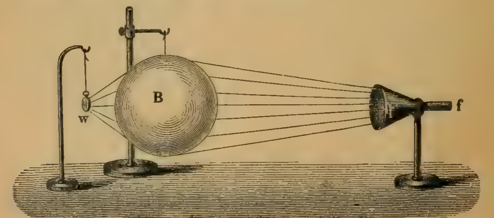
Ein phänomenales Büchlein — auf 160 Seiten eine zusammenfassende, in bewunderungswürdiger Übersichtlichkeit aufgerollte Darstellung der gesamten Musikwissenschaft, eine Enzyklopädie von nie dagewesener Konzentration eines ungeheuren Stoff- und Ideengebietes! Der berühmte Leipziger Musikgelehrte behandelt in dieser seiner erstaunlichen Arbeit den ganzen Komplex von Wissenschaften, die dienend oder selbstständig in ihrem Zusammenschluß die moderne Musikwissenschaft bilden .... Beiden, Musiker wie Musikfreund, kann Riemanns Grundriß der Musikwissenschaft als ein Buch von starkem Bildungswert nicht warm genug empfohlen werden. Hamburger Nachrichten, Nr. 30, 1908. F. Pf.

Beethoven. Von Prof. Dr. Herm. Freih. von der Pfordten. 8⁰. 151 S. Mit einem Porträt des Künstlers von Prof. Stuck.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Einen Wegweiser zu Beethovens künstlerischer und menschlicher Größe, möchten wir dieses köstliche kleine Werk nennen. Es ist von einem geschrieben, dem es ernst ist mit der Kunst und der es verstanden, Beethovens titanische Größe zu würdigen. Der Leser findet hier nicht nur eine treffliche Charakteristik dieser gewaltigen Persönlichkeit, sowie eine kurze Erzählung seines Lebens, sondern vor allem eine wertvolle Einführung in seine Werke." Die Instrumentalmusik, Nr. 10, 8. Jahrg.

Mozart. Von Prof. Dr. Herm. Freih. von der Pfordten. 8⁰. Mit einem Porträt des Künstlers von Doris Stock.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Ganz ähnliche Aufgaben wie in dem Beethovenbuche hat sich der Verf. hier gestellt. Neben einer kurzen Schilderung von Mozarts schicksalsreichem Leben findet der Leser hier eine Einführung in dessen größte Werke. Stets ist die Darstellung durchdrungen von dem Streben, Mozart nicht als Klassiker bewundern zu lehren, sondern ihn als Künstler und Mensch uns möglichst nahe zu bringen.



Reflexion und Brechung des Schalles. Aus Starke, Physikalische Musiklehre.



Bismarck, Buchschmuck von Bruno Héroux. Aus: Unsere religiösen Erzieher.

Volkswirtschaft und Bürgerkunde

Volkswirtschaft und Staat. Von Prof. Dr. C. Kindermann. 8⁰. 128 S. Geh. M. 1.— Originalleinenbd. M. 1.25

Die theoretische und praktische Behandlung dieser Wechselwirkung gehört zu einem der wichtigsten Gebiete der allgemeinen Bildung; denn wir müssen ständig zu diesen Fragen Stellung nehmen, sei es von Berufswegen oder zwecks Ausübung der bürgerlichen Pflichten, in Parlament und Partei sowie sonst in der Öffentlichkeit. — „Welches ist die Stellung des Staates zur Volkswirtschaft im Laufe der Jahrhunderte? Wie arbeitet die Volkswirtschaft mit an staatlichen Zielen im allgemeinen und speziell im Etatswesen. Welches ist anderseits die Mitwirkung des Staates an der volkswirtschaftlichen Tätigkeit entweder direkt durch Eigenproduktion oder indirekt im Wege allgemeinen Ordnens und Pflegens, sowie durch Förderung der einzelnen Stände." Diese Fülle von Fragen wird hier in knappen, großen Zügen von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus behandelt.

Politik. Von Prof. Dr. Fr. Stier-Somlo. 8⁰. 170 Seiten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Wesen und Zweck, Rechtfertigung und typischer Wandlungsprozeß des Staates, seine natürlichen und sittlichen Grundlagen mit Hinblick auf geographische Lage, Familie, Ehe, Frauenfrage und Völkerkunde. Staatsgebiet, Staatsvolk und Staatsgewalt mit ihrem reichen Inhalt, Staatsformen und Staatsverfassungen werden geprüft und gewertet.

„Eine Fundgrube von unentbehrlichen, allgemein-politischen Kenntnissen, die dadurch an Wert gewinnen, daß alle seine Darlegungen ebenso leichtverständlich gefaßt sind, wie sie wissenschaftlich tief begründet sind!"
Regierungsrat Professor Dr. A. Lotz. Preuß. Verwaltungsbl. Jg. 28 Nr. 41.



Lagerplatz Gam-Gams. Deutsch-Südwest-Afrika. Aus Passarge, Südafrika.

Unsere Kolonien. Von Wirkl. Legationsrat Dr. H. Schnee, Vortragender Rat im Kolonialamt. 196 Seiten.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Durch langjährigen Aufenthalt in unseren Kolonien und vermöge seiner leitenden Stellung im Kolonialamt ist der Verfasser besonders zur Abfassung einer allseitigen Darstellung in wirtschaftlicher, ethnographischer und verwaltungstechnischer Hinsicht berufen. Der erste allgemeine Teil gibt einen Abriß der Geschichte der Erwerbungen sowie einen Überblick über Land und Leute, die wirtschaftliche Entwicklung unserer Kolonien, ihre Bedeutung für die Volkswirtschaft, über Verwaltung und Rechtsprechung sowie die Tätigkeit der Missionen. Der zweite Teil behandelt die einzelnen Kolonien in erster Linie vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt und stützt sich auf zuverläßliches, amtliches Material über den gegenwärtigen Stand der Besiedlung und Plantagenwirtschaft, des Bergbaues, des Handels, der Eingeborenenproduktion, des Eisenbahnbaues, der Finanzen und der Verwaltungsorganisation des Schutzgebietes.

Die Deutsche Reichsverfassung. Von Geh. Rat Prof. Dr. Ph. Zorn. 8°. 124 S. Geh. M. 1.— In Origb. M. 1.25

„Die vorliegende gemeinverständliche Schrift des hervorragenden Bonner Rechtsgelehrten macht den Leser in leichtfaßlicher klarer und prägnanter Darstellung mit dem Wesen der deutschen Reichsverfassung bekannt . . . Als willkommene Beigabe ist dem sehr zu empfehlenden, vom Verlage vorzüglich ausgestatteten und preiswerten Schriftchen ein kurzer Überblick über die Literatur des Reichsstaatsrechts angegliedert."
Literarisches Zentralblatt, Nr. 1, 1908.

Unsere Gerichte und ihre Reform. Von Prof. Dr. W. Kisch. 8⁰. 171 S. Geheftet Mark 1. — In Originalleinenband Mark 1.25

„Ein prächtiges Büchlein, das Wesen und Aufgabe unserer Gerichte gemeinverständlich darstellt und zu den Reformfragen in so trefflicher, überzeugender und sachlicher Weise Stellung nimmt, daß ich es im Interesse des Ansehens und deren Organe gerne jedem Deutschen in die Hand geben möchte." Das Recht. Nr. 11. 1908.

Die moderne Großstadt und ihre sozialen Probleme. Von Privatdozent Dr. A. Weber. 8⁰. 154 Seiten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Das vorliegende Büchlein erweist sich als klar und fesselnd geschriebener Führer durch die Großstadtprobleme. Der Verfasser führt den Leser durch das Familienleben und die Wohnungen der Großstadt, bespricht die Arbeitslosigkeit und Großstadtarmut und schildert die Aufgaben, die auf dem Gebiete der Volksbildung und Volksgeselligkeit noch zu lösen sind. Die Darstellung ist streng objektiv, Licht und Schatten sind gerecht verteilt." Dr. J. Moses-Mannheim.
Zeitschrift f. Schulgesundheitspflege. Nr. 5. 1908.

Der Mittelstand und seine wirtschaftliche Lage. Von Syndikus Dr. J. Wernicke. 8⁰. 160 Seiten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Die politische und wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands in den letzten Jahrzehnten hat uns immer klarer erkennen lassen, von wie hoher Bedeutung für das Staatswohl die Erhaltung und Neubildung eines gesunden Mittelstandes ist. In diesem Bändchen werden nun streng sachlich alle jene Fragen erörtert, die zum Verständnis dieses wichtigen und interessanten Problems erforderlich sind.

Inhalt: I. Die Lage des Mittelstandes. II. Mittelstandspolitik: Mittelstandsforderungen. Der Kampf gegen die Warenhäuser und Konsumvereine. Befähigungsnachweis und Zunftwesen. Das Submissionswesen. Fabrik und Handwerk. Unlauterer Wettbewerb. III. Die Mittel der Selbsthilfe: Fortbildungswesen. Gewerbliches Genossenschaftswesen. Rabatt- und Sparvereine.

Die Frauenbewegung in ihren modernen Problemen. Von Helene Lange. 8⁰. 150 S. Geh. M. 1.— Geb. M. 1.25

„Wer sich klar werden will über den organischen Zusammenhang der modernen Frauenbestrebungen, über die man so leicht, je nach zufälligen Erfahrungen, hier zustimmend, dort verdammend, urteilt, ohne sich zu vergegenwärtigen, daß eine die andere voraussetzt, eine mit der anderen in den gleichen letzten Ursachen zusammenfließt . . . der greife zu diesem inhaltsreichen, trefflich geschriebenen Buche."

Elisabeth Gnauck-Kühne. Soziale Kultur. Dezember 1907.



Siegel des Königs Sargon I. Aus Winckler, Die babylonische Geisteskultur.

Geschichte und Geographie

Grundzüge der Deutschen Altertumskunde. Von Prof. Dr. H. v. Fischer. 8⁰. 160 S. Geh. M. 1.— In Origbd. 1.25

Zum ersten Mal wird hier von berufener Seite die Kultur der Deutschen Vorzeit auf archäologisch-ethnographischer Grundlage und im Zusammenhang mit der europäischen von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des Mittelalters geschildert.

Inhalt: Quellen. Land und Leute. Ansiedlung. Haus und Geräte. Kleidung und Körperpflege. Kulturpflanzen und Haustiere. Essen und Trinken. Öffentliche Verhältnisse. Familie. Gewerbe und Handel. Unterhaltung und Belustigung. Götterglaube und Gottesdienst. Zeitrechnung. Kriegswesen und Bewaffnung.

Die babylonische Geisteskultur in ihren Beziehungen zur Kulturentwicklung d. Menschheit. Von Prof. Dr. H. Winckler. 8⁰. 156 Seiten. Geheftet Mark 1.— Gebunden Mark 1.25

„Das kleine Werk behandelt die Fülle von Material, wie wir es nunmehr zur altorientalischen Weltanschauungslehre besitzen, in übersichtlicher und zugleich fesselnder Weise; es wird jedem Leser, der sich für diese Fragen zu interessieren begonnen hat, ungemein nützlich werden."

C. N. Norddeutsche allgem. Zeitung. Nr. 287. 1908.

Mohammed und die Seinen. Von Prof. Dr. H. Reckendorf. 8⁰. 158 S. Geh. Mk. 1.— In Originalleinenbd. Mk. 1.25

„Unter den in jüngster Zeit sich mit erfreulichem Fortschritte mehrenden Darstellungen der islamischen Anfänge für weitere Kreise nimmt dieses Buch eine ganz hervorragende und besondere Stelle ein. Es ist ein Versuch, die sozialen, kulturellen, wirtschaftlichen, politischen und individuellen Grundlagen des beginnenden Islam zusammenhängend zu verdeutlichen. In fließender Darstellung, die die Lektüre des Buches zu einem wirklichen Genusse gestaltet, werden hier die Berichte der verschiedenen islamischen Quellen zum ersten Mal in gedrängter, aber durchaus erschöpfender Weise zu einem farbenreichen Bilde geformt." R. Geyer. Wiener Zeitschrift f. d. Kunde d. Morgenlandes Bd. XXI.

Eiszeit und Urgeschichte des Menschen.

Von Prof. Dr. J. Pohlig. 8°. 149 Seiten mit zahlr. Abbildungen. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Ein Bild der prähistorischen Eiszeit stellt der Verfasser vor unserem Geiste auf, wie es kürzer und einleuchtender dem Laien wohl selten geboten wurde . . . . Einfach im Stil und doch anregend genug, um selbst Menschen, die sich auf diesem Gebiete der Wissenschaft fremd und unbehaglich fühlen, fesseln zu können"

R. M. Schule u. Haus. 16. Jahrg. 14. H.



Felsboden mit Gletschermarken. Aus Pohlig, Eiszeit und Urgeschichte des Menschen.

Die Polarvölker.

Von Dr. H. Byhan, Abteilungsvorstand am Museum für Völkerkunde, Hamburg. 8°. 160 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Geh. M. 1.— Originallbd. M. 1.25

Inmitten einer eigenen Welt haben sich bei den zirkumpolaren Völkern jahrtausende alte gesellschaftliche Anschauungen und Gebräuche erhalten, die uns der Verfasser hier auf Grund langjähriger Forschung und eigener Anschauung erzählt. Wir lernen die natürlichen Lebensbedingungen dieser Völker kennen, ihre soziale Stellung, Sitten und Gebräuche, religiösen Vorstellungen, rechtlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse, Werkzeuge und Waffen, Schmuck und Kleidung, Wohnung und Verkehrsmittel usw.



Gurgl gegen die Ötztaler Ferner. Aus Machaček, Die Alpen.

Die Alpen. Von Privatdozent Dr. F. Machaček. 8°. 146 S. mit zahlreichen Profilen und typischen Landschaftsbildern. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Es war keine geringe Aufgabe, den gewaltigen Stoff auf 146 Seiten zusammenzudrängen, aber der Verfasser hat sie glücklich gelöst. — Die Darstellung ist sachlich und wissenschaftlich und doch verständlich, die Sprache knapp und schlicht, doch entbehrt sie, namentlich bei der Schilderung landwirtschaftlicher Schönheiten, nicht die innere Wärme. Ein Meisterstück gedrängter, raumsparender Gliederung ist die übersichtliche Topographie der Alpen."

Hermann Ludwig. Frankfurter Zeitung. Nr. 354. 1907.

Naturwissenschaften • Technik Gesundheitslehre

Das Schmarotzertum im Tierreich und seine Bedeutung für die Artbildung. Von Prof. Dr. L. von Graff. 8°. 136 S. mit 24 Textfig. Geh. Mark 1.— In Originalleinenbd. Mark 1.25

„Der schon vielfach behandelte Stoff findet hier von einem Meister wissenschaftlicher Forschung eine ausgezeichnete klare Darstellung, wobei besonders die allgemeinen Fragen, soweit es der beschränkte Umfang gestattet, eingehend berücksichtigt werden."

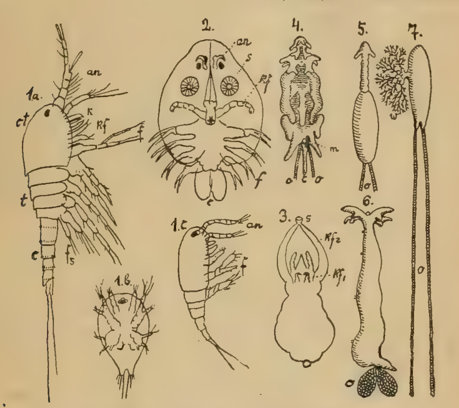
Prof. Dr. R. Hesse (Tübingen). Monatsheft f. d. nat. Unterricht 1908. Nr. 6.

Befruchtung und Vererbung im Pflanzenreiche.

Von Prof. Dr. Giesenhagen. 8°. 136 S. mit 31 Abbildungen. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Zwei prächtige kleine Bändchen (Giesenhagen und Graff), für deren Güte schon die Namen der beiden Autoren, bewährte Fachgelehrte, bürgen . . . Ich wüßte keine besseren Werke zu solchen Zwecken zu nennen."

K. Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde.



Ruderfüßer. Aus Graff, Schmarotzertum.

Die Bakterien und ihre Bedeutung im praktischen Leben.

Von Privatdoz. Dr. H. Miehe. 8°. 146 S. mit zahlr. Abb. Geh. M. 1.— In Originalleinenband M. 1.25

Ihre Formen, Lebens- und Ernährungsweise werden eingehend behandelt und in ihrer Bedeutung für den Menschen betrachtet, sowohl als Helfer in der Natur und in der Industrie, wie als Feinde durch Verderben der Nahrungsmittel, Krankheitserreger usw. Ein Schlußkapitel zeigt die Mittel ihrer Bekämpfung.

„Eine sehr geschickte kurze Zusammenstellung, die allen, welche sich rasch über den gegenwärtigen Stand der Bakteriologie unterrichten wollen, bestens empfohlen werden kann."

Österreichische botanische Zeitschrift. Nr. 11. 1907.



Aus Dannenberg, Pflege der Zimmer- und Balkonpflanzen.

Kryptogamen (Algen, Pilze, Flechten und Moose). Von Prof. Dr. Möbius. 176 S. Mit zahlr. Abb. Geh. M. 1.– Geb. M. 1.25

Zeigt allen Naturfreunden und Sammlern Verbreitung, Lebensgemeinschaften und charakteristische Merkmale der Kryptogamen, die zwar weniger bekannt wie die Blütenpflanzen, biologisch interessanter und lehrreicher sind. Das Werkchen ist berufen das s. Z. so beliebte, heute veraltete Buch von Roßmäßler, Flora im Winterkleide zu ersetzen.

Pflege der Zimmer- und Balkonpflanzen. Von Paul Dannenberg, Städt. Garteninspektor. 168 S. Mit zahlr. Abb. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Aus dem Inhalt: Erdarten und Mischungen. Düngung. Begießen. Blumentische, Tontöpfe, Pflanzenkübel. Das Blumenfenster. Pflanzen für die verschiedenen Jahreszeiten 2c. Enthält alles, was der Laie und Blumenfreund zur Pflege und Erhaltung seiner Pflanzenlieblinge wissen muß.

Das Wetter und sein Einfluß auf das praktische Leben. Von Prof. Dr. C. Kassner. 8°. 160 Seiten mit zahlr. Abb. u. Karten. Geheftet Mark 1.— In Originalleinenbd. Mark 1.25

Nach einer kurzen Geschichte der Wettervorhersage (der 100jährige Kalender 2c.), erklärt der Verfasser eingehend die meteorologischen Grundlagen der modernen Wettervorhersage, sowie ihrer Organisation, und legt den Einfluß des Wetters auf Handel, Industrei, Verkehr usw. und auf den Menschen selbst dar.


Eine Myxobakterie.
Aus Miehe, Bakterien.

Lebensfragen. Der Stoffwechsel in der Natur. Von Prof. Dr. F. B. Ahrens. 8°. 159 Seiten mit Abbildungen. Geheftet Mark 1.— Gebunden Mark 1.25

„Wissenschaftlich und populär zugleich zu schreiben ist eine Kunst, die nicht vielen gegeben ist. Ahrens hat sich als ein Meister auf diesem Gebiete erwiesen. Auch die vorliegende Schrift zeigt die vielen Vorzüge seiner klaren Darstellung und pädagogischen Umsicht. Ohne besondere Kenntnisse vorauszusetzen, behandelt er die chemischen Erscheinungen des Stoffwechsels und beschreibt die Eigenschaften, Bildung und Darstellung unserer Nahrungs- und Genußmittel. Das Buch kann aufs beste empfohlen werden."

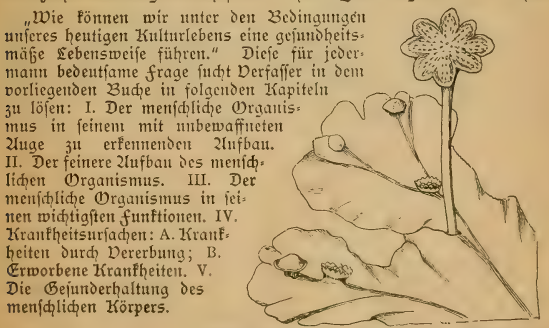
Chemiker-Zeitung 1908. 28. März.

Ein höchst reichhaltiges Material ist hier in wenigen Kapiteln zusammengedrängt, zeigt sich aber so klar und verständlich dargelegt, wie das nur zu leisten vermag, wer sein Gebiet auf das Vollkommenste durchdringt und beherrscht. Professor Dr. Edmund O. von Lippmann.

Die deutsche Zuckerindustrie. Nr. 42. XXXII. Jahrgang.

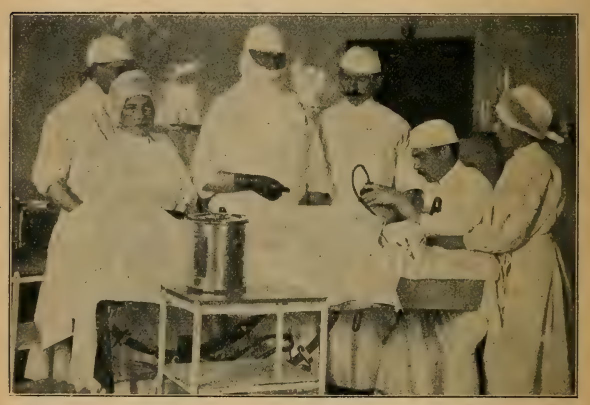
Der menschliche Organismus und seine Gesunderhaltung. Von Oberstabsarzt und Privatdozent Dr. A. Menzer. 160 S. mit zahlr. Abbildg. Geheftet M. 1.— In Originallbd. M. 1.25

„Wie können wir unter den Bedingungen unseres heutigen Kulturlebens eine gesundheitsmäße Lebensweise führen." Diese für jedermann bedeutsame Frage sucht Verfasser in dem vorliegenden Buche in folgenden Kapiteln zu lösen: I. Der menschliche Organismus in seinem mit unbewaffneten Auge zu erkennenden Aufbau. II. Der feinere Aufbau des menschlichen Organismus. III. Der menschliche Organismus in seinen wichtigsten Funktionen. IV. Krankheitsursachen: A. Krankheiten durch Vererbung; B. Erworbene Krankheiten. V. Die Gesunderhaltung des menschlichen Körpers.


Marchantia polymorpha. Aus Möbius, Kryptogamen.

Unsere Sinnesorgane und ihre Funktionen. Von Privatdozent Dr. med. et phil. Ernst Mangold. 8⁰. ca. 150 S. mit zahlr. Abb. Geh. Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

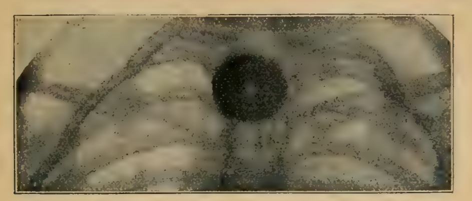
Die Sinnesorgane sind die Pforten, durch welche die Außenwelt in unser Bewußtsein einzieht. Sie sind die Werkzeuge unserer Seele. Dies erhellt die Bedeutung des vorliegenden, die Ergebnisse der modernen Forschung verratenden, durchaus gemeinverständlichen Buches. Mit einer Würdigung der Sinnesorgane und Darlegung der Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung werden im einzelnen eingehend behandelt: Das Sehorgan, das Gehörorgan, das Geruchsorgan, das Geschmacksorgan und die Hautsinnesorgane unter besonderer Berücksichtigung der physiologisch-psychologischen Zusammenhänge.



Ausführung einer aseptischen Operation. Aus Tillmanns, Die moderne Chirurgie.

Das Nervensystem und die Schädlichkeiten des täglichen Lebens. Von Privatdozent Dr. Schuster. 8⁰. 136 Seiten mit zahlr. Abb. Geh. M. 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Verf. belehrt in diesen sechs Vorträgen vortrefflich über den Bau des Nervensystems, über die Schädlichkeiten, denen es ausgesetzt und gibt beherzigenswerte Winke, es gesund zu erhalten. Von besonderem Interesse sind die Kapitel über die Schäden des Großstadtlebens und über Schule und Erziehung." Prager mediz. Wochenschrift. 1908. Nr. 16.



Röntgenphotographie. Ein Knopf im oberen Teile der Speiseröhre.
Aus Tillmanns, Moderne Chirurgie.

Die moderne Chirurgie für gebildete Laien. Von Geheimrat Prof. Dr. H. Tillmanns. 8°. 160 S. mit 78 Abb. u. 1 farb. Tafel. Geheftet M. 1.— In Originalleinenband M. 1.25

„Ein Buch wie das vorliegende kann der Anerkennung der Ärzte wie der Laien in gleichem Maße sicher sein. Es enthält genau so viel, als ein gebildeter Laie von dem gegenwärtigen Stand der Chirurgie wissen muß und soll, und es kann, wenn die darin enthaltenen Lehren auf fruchtbaren Boden fallen, dem Kranken nur Nutzen stiften."

Phil. klinische Wochenschrift. 1908. 3. Mai.

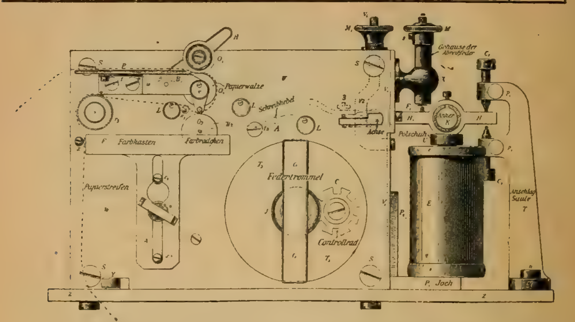
Die vulkanischen Gewalten der Erde und ihre Erscheinungen. Von H. Haas, Prof. a. d. Univ. Kiel mit zahlr. Abbildungen. Geheftet Mark 1.— In Originalband Mark 1.25

Anknüpfend an die vulkanischen Ereignisse und Erdbeben der letzten Jahre werden die Vulkane, die heißen Quellen, die neuesten Lehren über die Gebirgsbildung und die Erdbeben in knapper Darstellung vorgeführt und durch eine Anzahl Abbildungen erläutert.

Einführung in die Elektrochemie. Von Prof. Dr. Bermbach. 8°. 140 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Geheftet Mark 1.— Gebunden Mark 1.25

„Wir freuen uns deshalb, daß ein so wichtiges Forschungsgebiet, dem auch die technische Industrie eine reiche Ernte verdankt, im Rahmen einer populär-wissenschaftlichen Sammlung die ihm gebührende Berücksichtigung gefunden hat. Der Verfasser hat es verstanden gemeinverständlich zu schreiben. Von der Sprache der Mathematik wird fast kein Gebrauch gemacht. Um so größeres Gewicht wird darauf gelegt, dem Leser die fundamentalsten Gesetze verständlich zu machen .... die jedem Leser an Hand zahlreicher klarer Figuren einen Überblick und Einblick in die neueren Theorien der Elektrochemie und ihre Anwendungen geben und zu weiteren Studien anregen."

Zentralblatt f. Pharmazie und Chemie. Nr. 25, IV. Jahrgang.



Morseapparat. Aus Hamacher, Telegraphie und Telephonie.

Die Elektrizität als Licht- und Kraftquelle.

Von Privatdozent Dr. P. Eversheim. 8⁰. 123 S. mit zahlr. Abb.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

„Heute ist das Verwendungsgebiet der Elektrizität ein so außerordentlich ausgedehntes, daß wohl ein jeder mehr oder weniger mit ihr in Berührung kommt. Deshalb kann man es nur dankbar begrüßen, wenn auch dem Laien durch ein so klar geschriebenes Büchlein ein Einblick eröffnet wird und in großen Zügen die Grundbegriffe der Elektrotechnik dargelegt werden. . . . Die sorgfältig gezeichneten Abbildungen beleben die Darstellung." Elektrochemische Zeitschrift. Heft 7, 1907.

Telegraphie und Telephonie.

Von Telegraphendirektor und Dozent F. Hamacher. 8⁰. 156 S. mit 115 Abbildungen.
Geheftet Mark 1.— In Originalleinenband Mark 1.25

Dieser Leitfaden will, ohne Fachkenntnisse vorauszusetzen, die zum Verständnis und zur Handhabung der wichtigsten technischen Einrichtungen auf dem Gebiete des elektrischen Nachrichtenwesens erforderlichen Kenntnisse vermitteln, insbesondere aber in den Betrieb des Reichstelegraphen- und Telephonwesens einführen.

Unsere Kleidung und Wäsche in Herstellung und Handel.

Von Direktor B. Brie-Berlin, Prof. Schulz-Krefeld, Dr. Kurt Weinberg-Charlottenb. ca. 160 S. Geh. M. 1.— In Origb. M. 1.25

Eines der interessantesten Gebiete unseres wirtschaftlichen Lebens wird hier von ersten Kennern geschildert. Die anziehende Darstellung führt uns durch die Riesenbetriebe unserer ersten Konfektionsfirmen, und zeigt uns Industrie und Heimarbeit am Werke, die Ansprüche des modernen Menschen und die Launen der Mode zu befriedigen.

Wertvolle Geschenkwerke

Aus den Tagen Bismarcks. Politische Essays von Otto Gildemeister. Herausgegeben von der literarischen Gesellschaft des Künstlervereins Bremen. Groß 8°. ca. 240 S. mit einem Portrait Gildemeisters. Geheftet ca. Mark 4.— In Originalleinenband ca. Mark 4.80

Ausgezeichnet durch die Gildemeister stets eigene Meisterschaft der Sprache und den Ideenreichtum des Inhalts reiht sich diese Publikation würdig seinen bereits veröffentlichen Essays und Übersetzungen an. Die Aufsätze atmen den Geist jener großen Zeit, da Bismarck das Deutsche Reich begründete und nach innen ausbaute, und es ist reizvoll zu sehen, wie sich die gewaltigen weltgeschichtlichen Begebenheiten in einer so hervorragenden und eigenartigen Persönlichkeit wie Gildemeister spiegeln. Als wertvolle Dokumente zur Zeitgeschichte werden deshalb diese Aufsätze namentlich der jüngeren Generation willkommen sein.

Deutsche Kaisergeschichte in der Zeit der Salier und und Staufen. Von Prof. Dr. K. Hampe. 8°. ca. 240 Seiten. In Originalleinenband ca. Mark 3.20

Wenn irgendwo, so fehlte in der Geschichte des deutschen Mittelalters bei überreichen Einzelforschungen eine knappe und zugleich lebendige Darstellung. Diese Lücke will das vorliegende Werk ausfüllen. Es führt den Leser auf die Höhe des deutschen Mittelalters in jene Zeiten, die noch heute wie wenig andere die Phantasie zu fesseln vermögen, in die Tage der ersten Salier, des Investiturstreites, Barbarossas und Friedrich II. Unter weitgehender Berücksichtigung der Gesamtentwicklung und der bestimmenden Kulturerscheinungen wird überall ein starker Nachdruck auf das Persönliche gelegt. Für das eigene Studium werden dem Leser stets die wichtigsten Quellen und die neuere Literatur anmerkungsweise mitgeteilt. So wird dieses Buch allen Lehrern und Studierenden ein treuer Berater sein, darüber hinaus aber ein Lesebuch für weite Kreise, das geeignet ist in dem heutigen Gegenwartstreiben etwas von dem tiefinnerlichen Anteil wieder zu erwecken, mit dem unsere Väter sich in die vergangene Zeit Deutscher Kaiserherrlichkeit versenkten.

Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Prof. Dr. Paul Darmstaedter. 8°. ca. 190 Seiten. In Originalleinenband ca. Mark 2.80.

Eine Übersicht der politischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der großen transatlantischen Republik von den ersten Anfängen angelsächsischer Kolonisation bis zur Gegenwart, unter besonderer Berücksichtigung der wichtigsten Probleme auswärtiger und innerer Politik. Zur Erleichterung eingehender Studien ist einem jeden Abschnitt eine Übersicht über die wichtigsten Quellen und Darstellungen beigefügt.



Marianhill. Aus Passarge, Südafrika.

Südafrika. Eine Landes-, Volks- und Wirtschaftskunde von Prof. Dr. Siegfried Passarge. gr. 8⁰. 352 Seiten mit über 50 Abbildungen, zahlreichen Profilen und 33 Karten. Geschmackvoll brosch. Mk. 7.20 In Originalleinenbd. Mk. 8.—

„Alles in allem genommen ist Passarges Werk das beste augenblicklich über Südafrika, seine Landes-, Volks- und Wirtschaftskunde als Ganzes geschriebene Buch. Es ist ein echt geographisches Werk im modernen Sinne.“

Max Friedrichsen, Bern. (Deutsche Literaturzeitung. Nr. 3, 29. Jahrgang, 1908.)

„Unter Mithilfe der neuesten Beobachtungen, sowie unter Verwertung guter photographischer Aufnahmen hat der Verfasser ein überaus klares, auf der Höhe des heutigen Wissens stehendes Gesamtbild von Südafrika zu entrollen verstanden, das sicherlich Anklang finden wird. . . . . . So ist S. Passarge wie kein anderer lebender wissenschaftlicher Geograph vorgebildet und befähigt, ein kritisches Gesamtbild dieses an Bedeutung von Jahr zu Jahr wachsenden Gebietes zu entwerfen. Dazu kommen ihm seine ärztlichen Kenntnisse für die scharfe Erfassung der interessanten anthropologischen und ethnographischen Verhältnisse der Eingeborenen sehr zu statten. . . . . Man greife zu dem Buche selbst, das wohl niemand ohne Befriedigung aus der Hand legen wird.“

Univ.-Professor Dr. Fritz Regel, Würzburg. (Frankfurter Zeitung, Nr. 312.)

„Wir dürfen Passarges neues Buch als wahren Schatzkasten und als Fundgrube für die neueste Belehrung über Südafrika betrachten.“ Hamburger Fremdenblatt, 3. November 1907.

Die bildende Kunst der Gegenwart. Von Josef Strzygowski, ord. Prof. a. d. Universität Graz. 300 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. In Büttenumschlag geh. Mark 4.— In Originalleinenband Mark 4.80

„In seiner temperamentvollen, rasch und fest zupackenden Art hat Strzygowski eine Reihe von Erscheinungen herausgegriffen, an denen er charakteristische Züge der modernen Kunstbestrebungen klarlegen zu können glaubt. Berücksichtigt sind alle Zweige der bildenden Kunst: Architektur, Kunstgewerbe, Ornamentik, Bildhauerei, Griffelkunst, Malerei. Es geht ein frischer, stark persönlicher Zug durch das Buch, eine sympathische, begeisterungsfähige Wärme, trotzdem der Verfasser über die gegenwärtigen Kunstzustände keineswegs optimistisch denkt."

Prof. Dr. Richard Streiter (Beilage der Allgemeinen Zeitung Nr. 126, 1907).

„... Nach so vielen Dithyramben und Pamphleten ist es wahrhaft erfrischend, ein Buch über die moderne Kunst zu lesen, das wesentlich vom Standpunkte des Historikers aus geschrieben ist. Strzygowski kennt und liebt diese Kunst, er glaubt unerschütterlich an ihre Zukunft, und er bewundert aufrichtig die Energie und Selbstverleugnung, mit der sie ihren Zielen nachstrebt. Aber er hat auch einen scharfen Blick für das Ungesunde und Verkehrte, das überall im modernen Schaffen hervortritt...."

Prof. Semrau in Breslau.

„Die künstlerische Erziehung ist so eingehend gewürdigt worden, daß schon dieses Kapitel genügen würde, die Blicke der Lehrerschaft auf das Werk zu richten." (Pädag. Zeitung. 32. Jahrg. Nr. 9).

Theodor Körners Briefwechsel mit den Seinen. Herausgegeben von Dr. A. Steinberg. 8°. ca. 240 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Geschmackvoll brosch. ca. Mk. 3.20 In Originalleinenband Mk. 3.80

Die vorliegende Veröffentlichung gibt nicht nur ein lebensvolles Bild vom Leben unseres großen Dichters und seiner Familie, sondern sie ist auch ein überaus interessanter Beitrag zur Zeit- und Kulturgeschichte der Napoleonischen Ära in Deutschland. In frischer Unmittelbarkeit treten uns die Mitglieder des Körnerschen Kreises entgegen: der Vater, Schillers Freund, als verständnisvoller Berater des Sohnes, die liebevolle Mutter, deren Wendungen zuweilen an Frau Raths Urwüchsigkeit gemahnen, Emma, die Schwester usw. Im Mittelpunkt aber steht der junge Dichter, dessen Briefe die Dokumente seiner Lebensgeschichte bilden von seinen ersten kindlich-naiven Mitteilungen an die Seinen bis in die letzten Tage seines kurzen doch reichen Daseins. Ein prächtiges Festgeschenk in geschmackvoller Ausstattung.



Fürs christliche Haus



Unsere religiösen Erzieher. Eine Geschichte des Christentums in Lebensbildern, herausgegeben von Prof. Lic. B. Beß. 2 Bände zu je 280 S. mit Buchschmuck von Bruno Héroux. Geschmackvoll brosch. je Mk. 3.80, in Originalleinenbd. je Mk. 4.40

Band I		Band II	
Vorwort	Prof. Lic. **B. Beß**	Luther . .	Geh. Rat Prof. Dr. **Th. Kolde**
Moses u. d. Proph.	Prof. D. **J. Meinhold**	Zwingli	Dekan D. **A. Baur**
Jesus	Prof. D. **Arnold Meyer**	Calvin	Prof. Lic. **B. Beß**
Paulus . . .	Prof. Lic. Dr. **C. Clemen**	Spener	Pfarrer D. **P. Grünberg**
Origines	Prof. D. **E. Preuschen**	Schiller-Goethe.	Konsist. Prof. Dr. **K. Sell**
Augustinus	Prof. D. **A. Dorner**	Schleiermacher	Geh. Rat Profi Dr. **O. Kirn**
Bernh. v. Clairvaux	K R. Prof. D. **S. Deutsch**	Bismarck . .	Prof. D. **O. Baumgarten**
Franz von Assisi . .	Prof. Dr. **K. Wenck**	Schlußwort . .	Prof. D. **W. Herrmann**
Heinrich Seuse (Suso)	Lic. Dr. **O. Clemen**		
Wiclif n. Hus	Schulrat D. Dr. **Buddensieg**		

Vom Großherzoglichen Badischen Oberschulrat, dem Großherzoglichen Hessischen Ministerium und dem Großherzoglichen Altenburgischen Staatsministerium 2c. 2c. empfohlen.

Aus Besprechungen:

„Wir meinen, daß das Buch seinem Zwecke in hohem Maße dienen wird. Es sind lebensvolle, feine in den Rahmen ihrer Zeit hineingezeichnete Bilder. Wir werden zu den Großen geführt, die in der Berührung mit Gott, auf dem Lebensboden der Religion ihre Größe erlangten. Sie führen uns alle an die eine Quelle der Kraft, zur Quelle wahren Lebens, zur Religion. Und dazu werden unsere religiösen Erzieher vielen helfen. Es ist ein Buch, das niemand ohne tiefe Anregung und inneren Gewinn lesen wird." Gocht. (Die Wartburg, Nr. 50, 1907).

„Den religiösen Idealismus unserer reifen Jugend zu wecken und zu befruchten, dürfte das vorliegende Werk vermöge seiner ansprechenden Darstellungen in hohem Maße geeignet sein; wir möchten es als vortreffliches Prämienbuch für unsere Primaner und Abiturienten empfehlen." Monatsschrift für höhere Schulen. Nr. 12, 6. Jahrg.

„Die ernstesten Führer auf dem Lebenswege, die den Blick zu den Sternen emporrichten, sind die großen Persönlichkeiten der Religionsgeschichte. Zu ihnen führt uns „Unsere religiösen Erzieher."
Volksbildung. Nr. 1, 38. Jahrg.

„Wer diesen verschiedenen Erziehern und ihren Auslegern zu folgen bereit ist, wird in eine Fülle von Unvergleichlichem, in einen Reichtum des sieghaften Lebens hineinschauen, der das Herz mit Freude erfüllt, es aus der natürlichen Gebundenheit unseres Wesens ruft, es erquickt und es erzieht."
R. W. (Evangel. protestantischer Kirchenbote Nr. 51, 1907).



Lebensziele. Eine Einführung in die Grundfragen des religiös-sittlichen Lebens für die Jugend und ihre Freunde. Unter Mitarbeit von Lic. Gottlieb Traub und Else Zurhellen-Pfleiderer, herausgeg. von Lic. Otto Zurhellen. gr. 8⁰. V und 276 Seiten. Mit Buchschmuck von M. Kunz. In Originalgeschenkband Mark 4.80.

„Ein Buch für die gebildete, denkende, suchende Jugend ist es geworden, ein echtes Geschenkbuch. Nach solchem Buch war sicher ein Bedürfnis. Wir haben nach allen möglichen Richtungen Bücher gesucht, die die empfundene Lücke ausfüllen sollten. Wie manches Gute uns auch begegnete, es war doch nicht ein umfassend gezeichneter Weg für die Lebensjahre, die vor denjenigen Menschen sich auftun, die ihn selbständig und immer selbständiger suchen lassen und ihn in die ersten und oft entscheidenden Kämpfe seines Lebens bringen. Da haben Lic. Otto Zurhellen und seine Frau . . . . . zugegriffen und haben die „Lebensziele" für die erste Fahrt ins Leben aufgerichtet, und Traub hat ihnen dazu mit der liebenswürdigsten Feinheit und der Überzeugungskraft der Konsequenz die Erziehung zum sozialen Denken und Empfinden geschrieben."

Die christliche Welt, 1908. Nr. 23.

„Das Buch geht aus von der mit plastischer Meisterschaft gezeichneten Persönlichkeit Jesu, die auch in den folgenden Abschnitten (Weltanschauung, Charakterbildung, soziales Leben, die Kirche) den beherrschenden Hintergrund bildet. Es sind die Fragen und Kämpfe der Gegenwart, zu deren Lösung das Buch als treuer Freund führen will."

Die Wartburg, 15. Mai 1908.

„Ich habe lange nichts gelesen, was mich so in tiefster Seele erbaut und gestärkt hat. Eine umfassende Kenntnis unseres heutigen gesellschaftlichen Lebens auf seinen Höhen und in seinen Tiefen, mit seinen Licht- und Schattenseiten verbindet sich hier mit einem feinfühligen sittlichen Urteil."

Pfarrer Foerster. Die Gemeinde. Frankfurt a. M. VII. Jahrg. Nr. 13.

Die Weisheit Israels in Spruch, Sage und Dichtung. Von Prof. Dr. J. Meinhold in Bonn. gr. 8⁰. VIII u. 343 S. Geheftet Mark 4.40 In Originalleinenband Mark 4.80

Die Spruchsammlungen des Alten Testaments leben auch heute noch mit ihren köstlichen, ewig wahren Sätzen im Bewußtsein unseres Volkes. Deshalb wird diese systematische mit zahlreichen Proben belebte Einführung in ihre Entstehung, ihren philosophischen Gehalt und kulturhistorischen Hintergrund jedem Gebildeten willkommen sein.

Katholizismus und Protestantismus in Geschichte, Religion, Politik und Kultur. Von Prof. Dr. Karl Sell in Bonn. gr. 8⁰. VIII u. 314 S. Geh. Mk. 4.40, in Originalleinenbd. Mk. 4.80

Eine objektive, großzügig zusammenfassende Darstellung und Würdigung des tiefen, dauernd wirkenden Gegensatzes innerhalb der Christenheit nach seinen geschichtlichen Ursachen, seiner Bedeutung für die vergangene und gegenwärtige Welt im innern und äußeren Leben, in der Politik, der Lebensführung und Kultur.

Das Werk verdient um so größere Beachtung, als zur Zeit der Kampf der Kurie gegen den Modernismus alle an unserem Geistesleben interessierten Kreise auf das tiefste erregt und jedem Gebildeten eine Stellungnahme zu den hier behandelten Fragen zur Pflicht macht.

Die religiöse Erziehung des Menschen im Lichte seiner Entwicklung. Von H. Schreiber-Würzburg. gr. 8⁰. 256 Seiten. Geheftet Mark 3.— Gebunden Mark 3.60

Eine modern-christliche Pädagogik auf dem interessanten und verhältnismäßig sicheren Untergrund der Religionspsychologie und Kinderpsychologie. Aus dem Buche spricht der erfahrene Erzieher, der aus eigener reicher Erfahrung eine Fülle interessanten pädagogischen Materials herbeischafft und in anregender, von wahrem Idealismus getragener Darstellung wertvolle Richtlinien für die religiöse Erziehung unserer Jugend gibt.

Praktische Fragen des modernen Christentums. Fünf Vorträge von Privatdozent D. Förster-Frankfurt a. M., Pfarrer Jatho-Köln, Prof. Dr. Arnold Meyer-Zürich, Privatdozent Lic. Niebergall-Heidelberg, Pfarrer Lic. Traub-Dortmund. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Geffken-Köln. 8⁰. 142 S. Brosch. Mark 1.80 In Originalleinenband Mark 2.20

„Sämtliche Vorträge sind hervorragende Zeugnisse der kritisch klärenden und zugleich positiv bauenden Pionierarbeit moderner Theologen."

Bithorn. („Die christliche Welt". Nr. 26. 1907.)



Euckens Bücher des Lebens

Einführung in eine Philosophie des Geisteslebens. Von Geheimrat Prof. Dr. Rudolf Eucken. gr. 8°. 205 S. Geheftet Mark 3.80 In Originalleinenbd. Mark 4.60 In Luxuseinbd. von Prof. van de Velde in Weimar „ 5.—

Keine Vermehrung der zahlreichen landläufigen Einleitungen in die Philosophie, vielmehr ein durchaus eigenartiges Werk unseres Jenaer Philosophen. Es gibt einen großzügigen Überblick über die bisherige Arbeit der Philosophie, zeigt ihre wichtigsten Probleme auf, beleuchtet ihre Stellung im Ganzen des menschlichen Daseins und bietet so eine Geschichte des inneren Lebens der Menschheit, an der niemand vorübergehen kann, der zu den philosophischen Fragen der Gegenwart Stellung zu nehmen verlangt.

Der Sinn und Wert des Lebens für den Menschen der Gegenwart. Von Geheimrat Prof. Dr. Rudolf Eucken. 162 S. In Büttenumschlag Mk. 2.20 In Originalleinenbd. Mk. 2.80 Nummerierte Luxusausgabe auf Büttenpapier, mit eigenhändiger Unterschrift des Verfassers. In Halbfranzband M. 5.60

„Wir möchten die ausgezeichnete, geistvolle tiefernste Schrift allen ernsten Suchern unserer Zeit ganz besonders zueignen und empfehlen."
Literarische Rundschau f. d. ev. Deutschland. Nr. 4. 17. Jahrg.

„So bietet denn Euckens — überdies mit meisterhafter Klarheit geschriebenes — Buch einen wertvollen Beitrag zu der Erkenntnis der schweren Schäden, an denen unsere Zeit leidet, und zu deren Heilung."
Menschheitsziele 1908. Heft 6.

Spinoza. 5 Vorlesungen von Prof. Dr. A. Tumarkin. 95 S. Geheftet Mark 2.— In Originalleinenband Mark 2.40

Verf. gibt zunächst eine feinsinnige Skizze von Spinozas Leben und entwickelt die Grundgedanken seiner Philosophie.

Biologie der Pflanzen. Von Prof. Dr. Migula. 8°. ca. 350 S. mit zahlr. Abb. nach Photographien u. Zeichnungen. Buchschmuck v. Gadso Weiland. Geh. ca. M. 7.— Geb. ca. M. 8.—



Die Pflanzenbiologie nimmt von Jahr zu Jahr ein gesteigertes Interesse in Anspruch; auch im naturwissenschaftlichen Unterricht fängt sie an, sich einen gesicherten Platz zu erobern. Aber für Lehrer und Lernende fehlte ein Buch, welches ohne größere Ansprüche an Vorkenntnisse zu stellen und ohne eine übermäßige Fülle an Stoff zu bringen die wichtigsten und interessantesten Erscheinungen der Pflanzenbiologie im Zusammhang behandelt. Diese hohe und schöne Aufgabe hat sich das vorliegende Werk aus der Feder eines unserer ersten Botaniker gestellt. In lebensvoller Darstellung, prächtig ausgestattet, mit zahlreichen Photographien und eigenhändigen Zeichnungen des Verfassers geschmückt ist es für jeden Naturfreund die anregendste und interessanteste Lektüre, während es allen Lehrern und Studierenden als ein unentbehrliches Lehr- und Nachschlagebuch die besten Dienste leisten wird.

Aus Migula, Biologie der Pflanzen.

Die Entwickelung der Natur. Von Dr. P. G. Buekers. 8°. 350 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Geheftet ca. M. 3.80 In Originalleinenband ca. M. 4.40

Ein solches Werk, das den gebildeten Laien in dem auf diesem Gebiete herrschenden Wirrwarr widersprechender Meinungen und Theorien zurechthelfen soll, entspringt einem oft geäußerten Bedürfnis. Von seinem Lehrer, Professor de Vries, unterstützt, führt der Verfasser den Leser ein in die heute im Vordergrunde des Interesses stehende Kontroverse: Zuchtwahl u. Mutation und gibt an Hand zahlreicher Beispiele aus Tier- u. Pflanzenwelt eine fesselnde Darstellung vom heutigen Stande der Evolutions- und Deszendenztheorie.

Die Pflanzenwelt Deutschlands. Von Dr. Paul Graebner, Kustos am Botanischen Garten in Berlin. Groß 8° ca. 250 S. mit zahlreichen Abbildungen. Broschiert Mark 5.— In Originalleinenband Mark 6.—

Dieses schön ausgestattete Werk will dem Naturfreund in anregender gemeinverständlicher Darstellung alle Gründe und Bedingungen klarlegen, die für die Gestaltung und das Vorkommen unserer Flora maßgebend sind. Es werden dementsprechend die natürlichen Pflanzengesellschaften Deutschlands in ihren biologischen Verhältnissen, ihrer Abhängigkeit und Anpassung an Klima und Boden behandelt, und wir lernen die eigentümliche Vegetation der Wiesen, Wälder, Dünen, Moore und der Heide kennen.

Unsere Zierpflanzen. Von Paul F. F. Schulz, ca. 250 S. mit 5 farbigen Tafeln nach Originalaquarellen von Kunstmaler Wolf-Maage, 7 Tafeln in photographischem Kunstdruck nach Originalaufnahmen von Georg E. Schultz, 78 photographischen Textabbildungen sowie zahlreichen Abbildungen in Federzeichnungsmanier. Geheftet Mk. 4.40 In Originalleinenband Mk. 4.80

Die Zierpflanzen stehen Tausenden viel näher als die „wilden" Gewächse in Wald und Flur. Jeder Spaziergang in die Parkanlagen, jede Mußestunde im Hausgarten bieten Gelegenheit zu intimen Beobachtungen an Zierpflanzen. Trotzdem kennt man meist nicht einmal die Namen der verbreitetsten Ziergewächse, geschweige denn ihre allgemeinen Lebensbedingungen, über die uns bisher auch die besten biologischen Lehrbücher der Botanik nur stiefmütterlich unterrichteten. Darin will das vorliegende Werk Wandel schaffen. — Die Betrachtungen sind durchwegs so eingehend gehalten, daß jeder Pflanzenfreund seine Lieblinge in allen ihren Lebensäußerungen verstehen lernt. Auch werden sie dem Lehrer eine Handreichung sein für seinen Unterricht, in dem eine weitgehendere Berücksichtigung der Zierpflanzen namentlich in der Großstadt mit Recht in neuester Zeit gefordert wird. Die reiche Ausstattung sichert dem Werk einen hervorragenden Platz in der Geschenkliteratur.

Flora von Deutschland. Ein Hilfsbuch zum Bestimmen der in dem Gebiete wildwachsenden und angebauten Pflanzen, bearbeitet von Prof. Dr. Otto Schmeil und J. Fitschen. 5. Aufl. 338 Abb. 394 S. In Leinwand geb. Mark 3.80

„Durch ihre Vollständigkeit und Übersichtlichkeit, sowie durch die vortrefflichen Abbildungen verdient die Flora zweifellos als eine der brauchbarsten und besten Anleitungen zum Bestimmen der heimatlichen Pflanzen bezeichnet zu werden." Bot. Zentralbl. 1906, Nr. 23.

Das Buch ist auf dünnes, aber festes Papier im Taschenformat gedruckt, so daß es auf Exkursionen leicht mitgeführt werden kann.

Schönstes Geschenk für Naturfreunde!

Lehrbuch der Zoologie. Für alle Freunde der Natur. Unter besonderer Berücksichtigung biologischer Verhältnisse bearbeitet von Prof. Dr. Otto Schmeil. Mit 30 mehrfarbigen und zwei einfarbigen Tafeln, sowie 486 Textbildern nach Originalzeichnungen. 20. Auflage. XII und 555 Seiten. In Leinwandband Mark 5.— In eleg. Geschenkband Mark 6.50

Lehrbuch der Botanik. Unter besonderer Berücksichtigung biologischer Verhältnisse bearbeitet von Prof. Dr. Otto Schmeil. Mit 40 mehrfarbigen und 8 schwarzen Tafeln, sowie mit 470 Textbildern. 21. Auflage. XII und 521 Seiten. In Leinwandband Mark 4.80 In elegantem Geschenkband Mark 6.—


Aus Schmeil: Buchfinkenpaar und sein Nest.

„Schmeil hat damit ein Werk geschaffen, das in jeder Hinsicht vollkommen auf der Höhe der Zeit steht. Man kann keine der kunstvoll und streng logisch bis ins einzelne gegliederten Darstellungen lesen, ohne davon entzückt zu sein . . . kurz, das Schmeilsche Werk ist ein Buch, das eigentlich keinen Konkurrenten hat; es ist das Lehrbuch der Botanik. Daß ihm der Erfolg nicht fehlen kann, ist uns gewiß. Möchte recht bald allerorten „der Schmeil" Eingang finden. Es würde dann das Bildungsniveau unseres gesamten Volkes eine Hebung erfahren und die Veröffentlichung jener wundervollen Bücher würde zur nationalen Tat." Zeitschrift für Mikroskopie Nr. 12.

„Das „Lehrbuch der Botanik" von Schmeil ist das beste, das mir bis jetzt vorgelegen hat."
Dr. Luerssen, Prof. der Botanik, Direktor des Botan. Gartens in Königsberg i. Pr.

Beide Bände sind in mehr als 100000 Exempl. verbreitet!

Lehrbuch der allgemeinen Botanik. Von Gustav Anders. gr. 8°. ca. 460 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Geheftet ca. Mark 3.20 Gebunden ca. Mark 4.—

Die wichtigsten Lebensvorgänge der Pflanzen werden an der Hand zahlreicher Abbildungen erläutert, Theorien nur wo unerläßlich herangezogen, überall aber die Fülle zusammenhängender Tatsachen in klarer, wohldisponierter Weise behandelt. Eine wertvolle Ergänzung zu den Schmeilschen Lehrbüchern.

Exkursionsbuch zum Studium d. Vogelstimmen. Praktische Anleitung zum Bestimmen der Vögel nach ihrem Gesange von Dr. Alwin Voigt. 4. vermehrte und verbesserte Auflage. 312 Seiten. In biegsamem Leinenband Mark 3.—

Das vorliegende Buch soll den Naturfreund vertraut machen mit den charakteristischen Weisen des Vogelgesanges. Es soll ihn befähigen, aus dem Gesange auf die gefiederten Sänger unserer Wälder und Fluren zu schließen, die teils hoch in den Lüften, in den Wipfeln der Bäume, oder dem Dickicht und den Büschen ihr Lied erschallen lassen, ohne dem Lauscher zu Gesicht zu kommen.

Kunst- und Vogelgesang in ihren wechselseitigen Beziehungen vom wissenschaftlichen Standpunkte beleuchtet von Prof. Dr. Bernh. Hoffmann. 8°. ca. 232 S. mit zahlr. Notenbeispielen. Geh. ca. M. 3.60 In Originalleinenband ca. M. 4.—

Auf Grund nahezu 25jähriger Beobachtungen und eingehendster Untersuchungen ist diese für den Menschen und Ästhetiker, Naturwissenschaftler und Naturfreund gleich bedeutsame, grundlegende Arbeit entstanden. Sie behandelt in einem ersten Teil die Kunst im Vogelgesang und verfolgt in einem zweiten den Einfluß der Vogelmusik auf die menschliche Kunst vom Anfang des 13. Jahrhunderts bis zur Gegenwart.

Dr. E. Zerneckes Leitfaden für Aquarien- und Terrarienfreunde. Für die zweite Auflage bearbeitet von Max Hesdörffer, Berlin. Dritte vermehrte Auflage von E. E. Leonhardt. Mit 2 Tafeln und 185 Abbildungen im Text. 455 Seiten. Broschiert Mark 6.— Gebunden Mark 7.—

„Dieser Leitfaden zeichnet sich vor allen anderen ähnlichen Werken dadurch aus, daß er in knapper übersichtlicher Form alles das bringt, was jedem Besitzer eines Süß- oder Seewasseraquariums und eines Terrariums zu wissen nötig ist, um ihn vor Verlusten zu bewahren, indem er in allen Fragen zweckmäßigste und tatsächlich erprobte Anweisungen gibt." Natur und Haus. 1. Febr. 1908.

Die moderne Physik. Ihre Entwicklung. Von L. Poincaré. Übertragen von Privatdozent Dr. M. Brahn. 8°. 260 Seiten. Geheftet Mark 3.80 In Originalleinenband Mark 4.40

„Der bekannte französische Gelehrte führt dem Leser in fesselnder, leicht verständlicher Darstellung ein lebendiges Bild der heutigen physikalischen Anschauung vor. Er bespricht die Genauigkeit der Messungen, die Grundgesetze, die Zustandsänderungen, die osmotische und die Jonentheorie, die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie, die Radioaktivität, die Elektronentheorie und die neuen Anschauungen über die Beschaffenheit des Äthers." Arndt. Polytechnisches Journal. Heft 17. 1908.

Die Elektrizität. Von Prof. L. Poincaré. Übersetzt von Dr. Kalähne, Prof. a. d. techn. Hochschule in Danzig. gr. 8°. 260 S. Geheftet ca. Mark 3.80 In Originalleinenband ca. Mark 4.40

In der fesselnden, dem Franzosen eigenen eleganten Schreibweise erhält hier auch der mit den Grundlagen der Elektrizitätslehre weniger vertraute Leser eine großzügige zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Errungenschaften dieser Wissenschaft und ihrer Anwendungen.

Die neueren Forschungen auf dem Gebiet der Elektrizität und ihre Anwendungen. Gemeinverständl. dargestellt v. Prof. Dr. Kalähne. gr. 8°. 284 S. mit zahlr. Abb. Broschiert Mark 4.40 In Originalleinenband Mark 4.80

„Durch diese vom Einfachen zum Komplizierten ansteigende Entwicklung wird der Leser bequem und sicher zu den höchsten Gipfeln der modernen Elektrizitätslehre hinaufgeführt. Möchten recht viele das gediegene Werk zu ihren Studien benutzen."

Aus der Natur. Heft 1, IV. Jahrgang.

Physikalische Musiklehre. Eine Einführung in das Wesen und die Bildung der Töne in der Instrumentalmusik und im Gesang. Von Prof. Dr. H. Starke. 240 Seiten mit zahlr. Abbildg. Geheftet Mark 3.80 Gebunden Mark 4.20

„So entspricht ein Werk wie das vorliegende, das eine Vereinigung der naturwissenschaftlichen wie ästhetischen Musiklehre einem allgemeineren Kreise zugängig macht, direkt einem Bedürfnis. Hier werden die Besprechungen auch komplizierterer akustischer Erscheinungen physikalischer Art allgemeinverständlich durchgeführt. Eine große Anzahl von Abbildungen beleben die Lektüre und erleichtern das Verständnis dieses auch äußerst gefälligen und empfehlenswerten Buches, das jedem Gebildeten und Musikfreund willkommen sein wird."

Deutsche Instrumentenbau-Zeitung. Nr. 19, IX. Jahrg.



Der Deutsche Wald. Von Professor Dr. M. Buesgen. 176 S. mit zahlr. Abb. u. Taf. In Originalleinenbd. M. 1.80

Verfasser führt uns durch die Kiefernwälder des Ostens, die Auenwälder der Elbniederung, durch den Spreewald, durch die Eichen-, Tannen- und Fichtenwälder unseres Mittelgebirges, durch die urweltartigen Bestände im Norden und Süden des Gebietes, selbst bis in unsere Kolonien und lernen Wesen und Wert des deutschen Waldes verstehen, seine Eigenart lieben und die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen beobachten. Überall ist auf die Beziehung des Waldes zum Menschen das Hauptgewicht gelegt. Wir werden in die Tätigkeit des Forstamtes eingeweiht, sehen den Köhler bei der Arbeit, wohnen dem Fällen, dem Transporte und der Verarbeitung der Bäume bei, bis uns ein Rundgang im Mannheimer Hafen die Bedeutung des deutschen Holzhandels zeigt.

Das Terrarium. Von Dr. P. Krefft. 146 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. In Originalleinenband. M. 1.80

Die Beobachtung des Tierlebens bildet eine unerschöpfliche Quelle stiller Freuden für jeden echten Naturfreund. Sie ist ihm eine willkommene Erholung nach des Tages Last und Mühen; sein Bestreben wird also darauf gerichtet sein, sie sich Tag für Tag verschaffen zu können. Hierzu dient das Terrarium. Um aber dauernd seine Freude an seinen kaltblütigen Pfleglingen haben zu können, bedarf es einer mehr als oberflächlichen Kenntnis ihrer Lebensgewohnheiten. Diese zu vermitteln ist die Aufgabe unseres Buches, das uns eine Anleitung gibt für die Anlage und Einrichtung der Behälter und der Pflege ihrer Insassen.

Aus Deutschlands Urzeit. Von G. Schwantes. 180 Seiten mit zahlr. Abb. In Originalleinenband Mark 1.80

Wie eine spannende Erzählung liest sich dies Buch, das uns unter Verwertung der neuesten prähistorischen und anthropologischen Forschung und unter Berücksichtigung der bisherigen Funde in lebensvollen Bildern die gewaltige Entwicklung vorführt, die unsere Vorfahren durchlaufen haben von dem ersten Auftreten des Menschen in Europa überhaupt bis zum Eindringen römischer Kultur in Deutschland. Wir lernen die Kulturen der Stein-, Kupfer-, Bronze- und Eisenzeit kennen, durchwandern Jahrtausende und sehen wie sich allmählich der Kelte und Germane aus einem unstäten Jäger zum seßhaften Ackerbauer entwickelt. Die Darstellung hält sich frei von allen unreifen Hypothesen und bietet nur das, was mit einiger Sicherheit von der Wissenschaft erkannt ist.

Naturwissenschaftliche Bibliothek

Belev
mit
w
Kerz
einzi
Füll
zügli
Men
etwa
Beka
mach
modi
eing
Erri
berü
zeln
durc
Anle
Neu
Büc
Hau
werd
mit

Aus
dur
zahl
E
das
erst
und
emp
I
Gn
Ge
I
zur
die
sich
es
wü